口腔颌面锥形束CT的临床应用

主 编 马绪臣

Clinical Application of Oral & Maxillofacial Cone Beam Computed Tomography



人民卫生出版社

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

微信公众号

口 腔 视 频

微信搜索qzkqsp1即可关注

福利1

关注后可观看正畸、修复、种植等精彩内容

福利2

关注后领取口腔解剖病理学视频讲座全集

福利3

加入视频分享交流群，解答疑难病例，获取更多视频资源

扫二维码，关注公众号
领取更多口腔资料

策划编辑／刘红霞
责任编辑／杨　帆　　　刘红霞
封面设计／汇林印务　代珊珊
版式设计／魏红波

内容提要

口腔颌面锥形束CT给口腔颌面放射学带来了革命性的进步，极大地促进了口腔临床医学的发展。近几年来，愈来愈多的锥形束CT机型不断涌现，也愈来愈多地进入我国市场。然而，如何根据不同的临床需要合理应用锥形束CT检查、正确掌握适应证，是广大口腔医务工作者目前面临的一个重要问题。本书主要根据北京大学口腔医学院10年来积累的大量资料及相关研究编撰而成，反映了目前口腔颌面锥形束CT的临床应用情况，内容包括其工作原理及对牙体牙髓、牙周、颌骨、颞下颌关节等疾病的诊断和在正畸治疗、牙种植学中的应用等多方面的内容，图文并茂，是广大口腔医务工作者和口腔医学研究生、本科生一本有益的参考书。

ISBN 978-7-117-13598-6

定　价：65.00元

销售分类：口腔　影像

人民卫生出版社网站：

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

口腔颌面锥形束CT的临床应用

Clinical Application of Oral & Maxillofacial Cone Beam Computed Tomography

主　　编　马绪臣

副 主 编　张祖燕

作者名单（以姓氏笔画为序）

马国武　马绪臣　孙志鹏　李　刚

肖　玲　张祖燕　柳登高　梁　欣

Reinhilde Jacobs

人民卫生出版社

PDG

简　　介



马绪臣教授

马绪臣,1945 年 11 月出生,1970 年北京医学院口腔医学系本科毕业,1981 年获医学硕士学位,1984 年获医学博士学位。1991 年晋升为教授、主任医师;1993 年被聘为第 5 批博士研究生导师。现为北京大学口腔医学院颞下颌关节病学及口颌面痛诊治中心主任。兼任中华口腔医学会常务理事,中华口腔医学会口腔颌面放射学专业委员会名誉主任委员,中华口腔医学会颞下颌关节病学及(牙合)学专业委员会主任委员,Chinese Journal of Dental Research 名誉主编,中华口腔医学杂志副主编,《DentoMaxillofacial Radiology》、《Journal of Oral Rehabilitation》、《Oral Radiology》、《中华医学杂志》(英文版)、《北京大学学报》(医学版)等杂志编委,国际牙医师学院院士,曾任第 16 届国际口腔颌面放射学会主席。

国内外发表论文 188 篇,其中 30 篇发表于国外杂志,包括国际著名杂志《Osteoarthritis and Cartilage》、《Arthritis and Rheumatism》及《The Journal of Neuroscience》。主编专著《口腔颌面医学影像图谱》(2004),《Atlas of Oral & Maxillofacial Imaging》(英文版,2009);《颞下颌关节病的基础与临床》(1～2 版),合作主编《口腔颌面医学影像诊断学》(1997);主编国家级规划教材《口腔颌面医学影像诊断学》(3～5 版);主编国家级规划教材长学制用《口腔颌面医学影像学》(2006);参编专著 20 余部。先后获卫生部科技成果乙等奖一次,三等奖二次,国家教委科技成果三等奖一次,北京市科技成果二等奖一次,光华科技成果三等奖一次,教育部及卫生部优秀教材二、三等奖各一次。1993 年被国务院学位委员会授予"作出突出贡献的中国博士学位获得者"称号,1993 年开始享受国务院颁发的政府特殊津贴,1996 年获"卫生部有突出贡献中青年专家"称号,2001 年所指导博士研究生获全国优秀博士论文。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

前　　言

口腔颌面锥形束 CT(Cone beam computed tomography)最早为 1998 年由意大利工程师 P. Mozzo 报道的意大利 Quantitative Radiology 公司生产的 NewTom 9000 和日本口腔颌面放射学家 Y. Arai 报道的"Ortho-CT"。与传统医用 CT 给医学影像学带来的划时代进步一样，口腔颌面锥形束 CT 给口腔颌面放射学带来了革命性的进步。它的出现彻底改变了传统口腔颌面放射学设备仅能提供二维图像的历史，可以三维显示病变结构，大大提高了诊断能力。

锥形束 CT 以其相对低辐射剂量、高空间分辨率、可以提供良好的硬组织结构三维图像、检查费用和设备购置费用相对较低以及设备占用面积和空间较小等众多优点而日益广泛地用于口腔医学临床。目前，在牙体牙髓疾病、牙周疾病、种植牙术前检查、颞下颌关节结构的检查以及正畸用二维及三维测量等方面已可以完全取代传统医用 CT;但在对口腔颌面部肿瘤和瘤样病变、颌面部较大的创伤、颌面部炎症以及软组织疾病或颌骨病变累及软组织时，口腔颌面锥形束 CT 仍无法取代传统的医用 CT。

北京大学口腔医学院于 1999 年购置并安装了意大利产锥形束 CT NewTom 9000。这是我国引进的第一台锥形束 CT 机，也是国际上最早应用锥形束 CT 机的单位之一。2005 年北京大学口腔医学院接受日本森田公司惠赠，安装了 Morita 3DX 锥形束 CT 机，并广泛用于牙体牙髓疾病和颞下颌关节的检查。人们对于锥形束 CT 临床应用的价值有一个认识过程。开始几年，认识不够。近几年来，愈来愈多的锥形束 CT 机型不断涌现，也愈来愈多地进入我国市场，这对于锥形束 CT 在我国口腔临床医学应用的普及和提高我国口腔颌面放射学诊断水平所起到的巨大作用是毋庸置疑的。然而，面对这一新的形势，口腔颌面放射学者和广大口腔医学临床工作者均应有一个正确的认识，要掌握好口腔颌面锥形束 CT 检查的适应证。2008 年，美国口腔颌面放射学会发表了关于锥形束 CT 临床应用与诊断的执行意见陈述。2009 年，欧洲牙颌面放射学会经过认真的讨论，达成共识，形成了有关锥形束 CT 使用的 20 项基本原则，为正确、合理地使用锥形束 CT 提供了一个指南。在对患者进行锥形束 CT 检查时，必须考虑以患者最小的代价，为患者获取最大的诊断信息资料。这就要求我国尽早拥有适合于我国临床实际情况的锥形束 CT 使用指南。

本书即是在我国口腔医学领域正在迅速普及口腔颌面锥形束 CT 之际，应广大口腔医务工作者的要求，主要根据北京大学口腔医学院 10 年来积累的大量锥形束 CT 临床资料而编撰的。它基本上反映了目前口腔颌面锥形束 CT 的临床应用情况，包括口腔颌面锥形束 CT 概述、牙及牙周疾病、颌骨囊肿及肿瘤、颞下颌关节疾病、锥形束 CT 在正畸治疗中的应用、锥形束 CT 在牙种植学中的应用及多层螺旋 CT 与锥形束 CT 等，共 7 章。同时，本书将

"美国口腔颌面放射学会关于锥形束 CT 临床应用与诊断的执行意见陈述"和"欧洲口腔颌面放射学会关于锥形束 CT 使用的基本原则"作为附录,供读者参考。

希望本书的问世能对我国广大口腔医务工作者有所帮助。尽管本书作者们认真撰写,但终因水平及时间所限,其中错误及不当之处在所难免,衷心期望能得到广大读者的批评指正。

本书编撰过程得到了人民卫生出版社的大力支持,著名口腔颌面放射学家、欧洲口腔颌面放射学会主席、比利时鲁汶大学 Reinhilde Jacobs 教授为本书"锥形束 CT 在牙种植学中的应用"一章提供了部分资料并参加了部分编写工作,在此一并致谢。

主　编　马绪臣
副主编　张祖燕
2010-05-03

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

目　　录

第 1 章　口腔颌面锥形束 CT 概述 …… 1
一、口腔颌面锥形束 CT 机的组成和基本工作原理 …… 1
二、图像重建技术 …… 3
三、辐射剂量 …… 4
四、空间分辨率 …… 6
五、患者体位对图像质量的影响 …… 7
六、伪影产生的常见因素 …… 7
七、口腔颌面锥形束 CT 机发展趋势 …… 11
八、市场常见口腔颌面锥形束 CT 机的主要技术参数 …… 12

第 2 章　牙及牙周疾病 …… 16
一、多生牙定位 …… 16
二、上颌阻生尖牙定位 …… 23
三、阻生上颌中切牙定位 …… 32
四、下颌阻生智牙定位 …… 34
五、牙髓及根尖疾病 …… 38
六、牙周炎牙槽骨吸收 …… 41
七、牙根外吸收 …… 42
八、牙根折裂 …… 45

第 3 章　颌骨囊肿及肿瘤 …… 52
一、颌骨囊肿 …… 52
二、颌骨良性肿瘤及瘤样病变 …… 54
三、颌骨恶性肿瘤 …… 66
四、其他检查方法 …… 68

第 4 章　颞下颌关节疾病 …… 69
一、颞下颌关节紊乱病 …… 69
二、颞下颌关节强直 …… 86
三、颞下颌关节其他疾病 …… 90

第 5 章　锥形束 CT 在正畸治疗中的应用 ········ 94
一、头影测量 ········ 94
二、颌骨骨质结构观察 ········ 100
三、骨量评价 ········ 103
四、多生牙、阻生牙 ········ 104
五、颞下颌关节 ········ 106
六、气道的观察 ········ 107
七、网络化工作模式 ········ 108
八、正畸影像学检查中的放射剂量 ········ 109

第 6 章　锥形束 CT 在牙种植学中的应用 ········ 110
一、概述 ········ 110
二、牙种植术前需要考虑的因素 ········ 110
三、锥体束 CT 在牙种植治疗中的作用 ········ 121
四、术前图像分析评估的形式 ········ 125
五、种植术前计算机辅助设计和种植导板的制作 ········ 127

第 7 章　多层螺旋 CT 与锥形束 CT ········ 136
一、多层螺旋 CT 原理概述 ········ 136
二、多层螺旋 CT 与口腔颌面锥形束 CT 的比较 ········ 147

附录Ⅰ　美国口腔颌面放射学会关于锥形束 CT 临床应用与诊断的执行意见陈述 ········ 163

附录Ⅱ　欧洲口腔颌面放射学会关于锥形束 CT 使用的基本原则 ········ 166

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第 1 章

口腔颌面锥形束 CT 概述

口腔颌面锥形束 CT(cone beam computed tomography),又称数字容积体层摄影(digital volumetric tomography),首先由意大利工程师 P. Mozzo 研制成功并于 1998 年报道了由意大利 Quantitative Radiology 公司生产的第一台商用机型 NewTom 9000。几乎与此同时,日本口腔颌面放射学家 Y. Arai 教授也进行了相关研究,并于 1998 年报道了其命名为"Ortho-CT"口腔颌面锥形束 CT 机。

由于口腔颌面锥形束 CT 机能从三维的角度,即矢状位、冠状位和轴位来显示病变组织和正常组织结构,避免了二维平片固有的缺陷,如正常组织器官的影像重叠,投照角度变化所致的影像扭曲、变形等,所以一经推出便在临床中得到广泛应用。

为了对口腔颌面锥形束 CT 机有一个系统和全面的了解,本章将从以下几个方面对其进行简要概述。①口腔颌面锥形束 CT 机的组成和基本工作原理;②口腔颌面锥形束 CT 图像重建技术;③口腔颌面锥形束 CT 辐射剂量;④空间分辨率对图像质量的影响;⑤患者体位对图像质量的影响;⑥口腔颌面锥形束 CT 伪影产生的常见因素;⑦口腔颌面锥形束 CT 机的未来发展趋势;⑧市场常见口腔颌面锥形束 CT 机的主要技术参数。

一、口腔颌面锥形束 CT 机的组成和基本工作原理

口腔颌面锥形束 CT 机主要由硬件和软件两部分组成。硬件部分主要包括:①X-线源和影像探测器组成的影像拍摄系统;②作为操作软件系统和图像显示、储存载体的计算机系统;③固位支架;④用于患者拍摄用的移动床或可移动座椅。软件部分主要用来操控影像拍摄系统,完成图像的采集、传输、处理以及图像在三维角度,即矢状、冠状和轴位的重建和三维立体图像的获取。

口腔颌面锥形束 CT 的图像采集是由其图像拍摄、摄取系统围绕所扫描兴趣区旋转 360°完成的。在这一过程中,X 线呈锥形发出,通过人体组织投照到对侧的面积影像探测器(area detection)(图 1-1),探测器将接收到的图像信号经模拟/数字,数字/模拟转换器转换后,以数字图像显示在电脑屏幕上。旋转一周后获取扫描区容积数据原始图像,在此基础上可进行轴位、矢状位和冠状位的重建。口腔颌面锥形束 CT 机所采用的扫描方式也各不相同,有的采用脉冲式扫描,即 X 线球管实际曝光时间远小于围绕患者旋转一周所需的扫描时间,而有的则采用连续照射,即 X 线球管实际曝光时间与围绕患者旋转一周所需的扫描时间基本相同。各口腔颌面锥形束 CT 机旋转 360°后所摄取的原始图像数也依据生产厂家的不同而各不相同,有的超过 600 帧,即不到 1°角就拍摄一幅图像;而有的则不到 180 帧,即

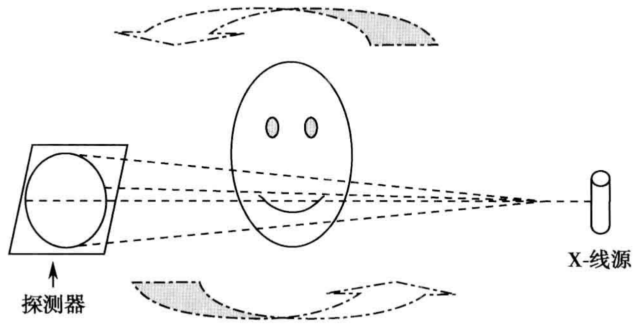


图 1-1　锥形束 CT 工作原理模式图
X-线源与探测器组成的影像拍摄系统围绕人体兴趣区旋转一周。射线呈锥形投照在探测器上

超过 2°角才有一幅图像摄取。各口腔颌面锥形束 CT 机所采用的影像探测器也不相同。对此，本节将对不同影像探测器的工作原理进行简要概述。

应用于口腔颌面锥形束 CT 机的 X 线影像探测器可简单概括为两种类型，即平板型和非平板型。平板型(flat panel)口腔颌面锥形束 CT 机的探测器主要是基于互补性金属氧化物半导体(complementary metal oxide semiconductor, CMOS)或非晶硅薄膜晶体管(amorphous silicon thin film transistor)技术；而非平板型口腔颌面锥形束 CT 机的探测器主要由 CCD (charge-coupled device)和影像增强器(image intensifier)构成。二者的主要区别在于由 X 线信号转换为电信号的不同。

非平板型影像探测器的基本结构如图 1-2 所示，其工作原理是投射到影像增强器输入屏的 X 线光子被转换为可见光、并由光电阴极转换为电子，电子在影像增强器内被加速、聚焦后激发输出屏上的荧光物质，最后形成缩小但是亮度增强的可见光。输出的可见光被其后方的光导纤维、透镜等光学系统采集、传导至 CCD 芯片，转换为电信号，再经过模/数转换器(analogue/digital converter)转换、处理后获得数字化图像在显示器上显示。非平板型影像探测器的优点表现在：X 射线转换效率高、患者所受辐射剂量少；缺点是噪音较大，容易发生几何失真。采用 CCD 与影像增强器组合的方式主要是由于 CCD 芯片的面积($2\sim4mm^2$)远小于所要拍摄区域的面积，这样借用影像增强器接收范围来提高 CCD 芯片对物体影像记录的范围。

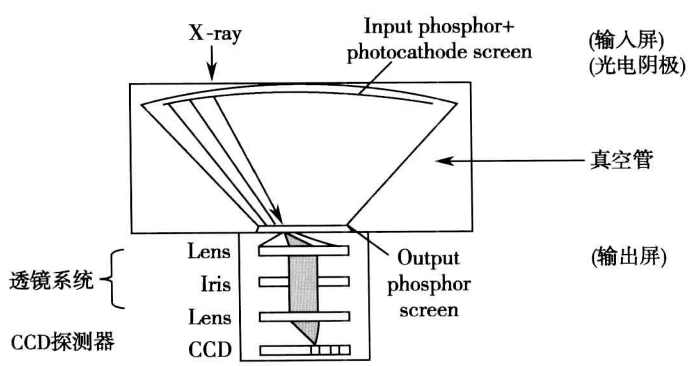


图 1-2　影像增强器 + CCD 探测器示意图
(引自：Baba et al. 见文献 4，中文为本章作者标注)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

与非平板型影像探测器不同的是，平板型影像探测器的大小可以做到和所要记录物体面积的大小相当。在外形上，呈平板状，是一种半导体探测器。平板型探测器依据其将 X 线光子转换为电荷方式的不同又分为直接转换型平板探测器和间接转换型平板探测器两类。根据其半导体材料不同又可分为 CMOS 平板探测器和非晶硅平板探测器。现以非晶硅平板探测器为例说明其工作原理（图 1-3）。

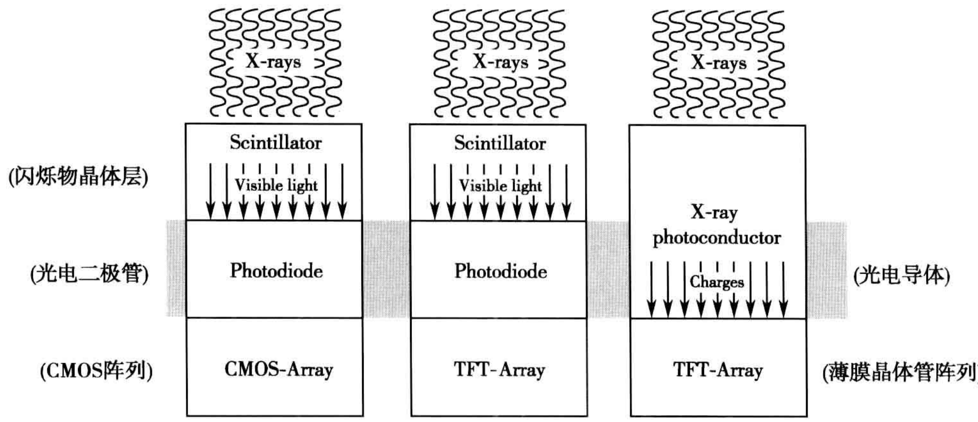


图 1-3 平板探测器工作原理示意图

（据 Kotter et al. 图修改，见文献 1，中文为本章作者标注）

直接转换型平板探测器通常是将对 X 射线敏感的非晶硒（amorphous selenium）晶体直接放置在矩阵排列的非晶硅薄膜晶体管上，每个薄膜晶体管就是一个像素。当 X 线光子入射到非晶硒晶体层时直接产生电荷，电荷量与入射 X 线强度成正比，并通过薄膜晶体管测阵列，将电荷输出，再经过模拟信号到数字信号转换（A/D）、处理后获得数字化图像显示在显示器上。非直接转换型平板则是通过放置在矩阵形排列的光电二极管（photodiode）上针样结构的闪烁物晶体（通常为碘化铯）把 X 线转换为可见光，再由光电二极管矩阵转换成电信号，并在光电二极管自身的电容上形成存储电荷，电荷量与入射 X 线强度成正比，所产生的电荷将通过薄膜晶体管输出。

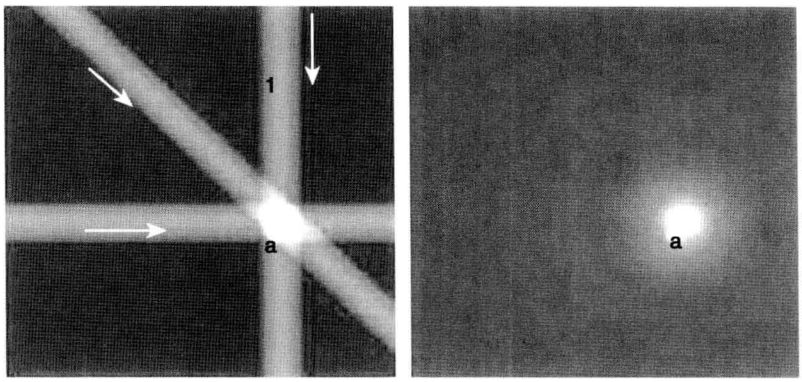
CMOS 平板探测器的工作原理与非直接转换型非晶硅平板相似（图 1-3）。平板探测器的优点是：空间分辨率高，几何失真小；成像对比度较高，影像清晰；外形小巧，整机占用空间小。缺点是：容易产生伪影和坏点（dead pixel）。

二、图像重建技术

前面已经提到，口腔颌面锥形束 CT 的图像是利用二维的探测器获取的。那么获取的二维图像又是如何被转变成三维图像的呢？这就涉及 CT 图像的重建技术问题。

现在，大多数口腔颌面锥形束 CT 机采用的基本上是与传统医用 CT 机相同的数据处理方式-滤波反投影技术（filtered backprojection）。这一技术能对构成三维图像的数据进行精确计算，缺点是对投照的精确度和患者的稳定性要求高，需要的数据量大。现在以图 1-4 和图 1-5 为例简单说明这一技术。为了重建图 1-4A 图像中点 a 的影像，将通过点 a 的射线 1

内的所有像素(pixel)值以点 a 为中心背逆着射线的投照方向更改为与点 a 相同的同一个数值。这样,经过点 a 的每一条射线内都只含有一个像素值。最终,点 a 的影像是由所有经过反投影技术处理后的拥有不同角度的射线共同组成的。点 a 的影像虽然被重建了出来,但是边缘还很模糊(图 1-4B),近似于一个向外扩散的圆。为了使点 a 的影像与实际更接近,在对每一条经过点 a 的射线进行反投照技术处理前先应用滤波技术(filters)进行滤波处理。这样就在图 1-5B 中得到一个清晰的点 a 的影像。

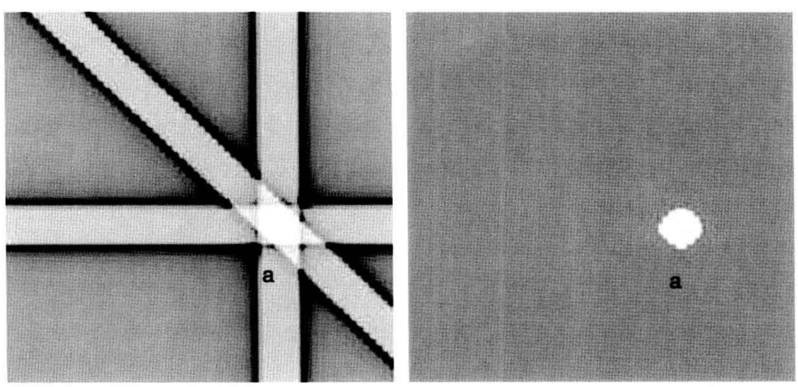


A. 应用3条射线　　B. 应用多条射线

图 1-4　反投影技术

经过反投影技术重建的点 a 影像边缘很模糊,近似于一个向外扩散的圆

(据 Smith 图修改,见文献 2)



A. 应用3条射线　　B. 应用多条射线

图 1-5　滤波反投影技术

经过滤波反投影技术重建的点 a 影像边缘清晰

(据 Smith 图修改,见文献 2)

以上仅简介了滤波反投影技术的基本工作原理,在实际工作中,其应用则要复杂得多。

三、辐射剂量

任何一个 X 线影像设备在临床中的应用,都要对其辐射剂量进行检测,以确保对工作

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

人员和患者不会造成放射性损伤。目前,国际上通用的辐射剂量测量方法主要有以下三种:

1. 曝光剂量(exposure dose) 是指X线对空气电离能力的量,与放射线到达所投照物体表面的放射线剂量相当。它表示辐射场的强度,从电荷量的角度来反映射线的强度。国际单位是Coulomb/kg(C/kg,库仑/千克),在实际工作中应用的单位是μC/kg,也就是百万分之一库仑/千克。

2. 吸收剂量(absorbed dose) 是单位面积内物体对放射线的吸收剂量。国际单位是Gray(Gy,戈瑞),在实际工作中,应用的单位是mGy,也就是千分之一戈瑞。

3. 有效剂量(effective dose) 是采用针对不同组织器官的修正因子对吸收剂量进行加权,使修正后的吸收剂量更能反映辐射对整个机体的危害程度,可用来估算所吸收的放射线对人体危害大小的剂量。国际单位是Sivert(Sv,希沃特),在实际工作中的,应用的单位是μSv,也就是百万分之一希沃特。

由此可见,有效剂量更能反映X线影像拍摄系统对患者和工作人员机体造成的损害程度。

有效剂量的测定通常应用放射辐射仿真头模(图1-6)。此仿真头模由九个薄层组成。在每个薄层内需要测定的组织结构处有事先预制的小孔,可以放置测量放射剂量的热释光片。通常测定的组织器官包括骨髓、脑组织、脑垂体、眼晶体、腮腺、颌下腺、甲状腺、皮肤和食道等。有效剂量是对这些可能遭受放射线损害的组织器官的一个综合评价。

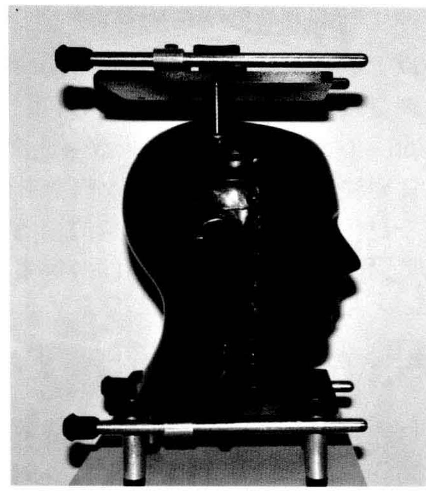


图1-6 放射辐射仿真头模

此头模由九个薄层组成。在每个薄层内需要测定的组织结构处有事先预制的小孔,可以放置测量放射剂量的热释光片

表1-1是文献中记载的市场上一些主要口腔颌面锥形束CT机的有效剂量。

表1-1 文献中主要口腔颌面锥形束CT机的有效剂量

CBCT机	扫描视野	有效剂量(μSv)
CB MeruRay	12-in/9-in/6-in	464/264/156
Galileos	Default/Max.	28/52
i-CAT	12-in/9-in	125/47
Illuma	Low/High	50/252
NewTom 3G	12-in/9-in	42/37
PreXion 3D	Standard/Hi. Res	66/154
ProMax 3D	Small/large	151/203

数值计算依据1990年国际辐射防护委员会(ICRP)公布的修正因子(WT)

文献中报道的其他影像拍摄系统的有效剂量如下:

表 1-2　文献中常用口腔 X-线检查的有效剂量

常用口腔 X-线检查	有效剂量(μSv)
数字曲面体层片	4.7～14.9
普通曲面体层片	26
全口牙片(19 张 D-speed 胶片 + 圆形准直仪)	150
传统医用 CT,扫描上、下颌	2,100
传统医用 CT,只扫描上颌	1,400

数值计算依据 1990 年国际辐射防护委员会(ICRP)公布的修正因子(WT)

以上数据显示,依据扫描视野(field of view)的大小,口腔颌面锥形束 CT 机患者的有效放射剂量从 28μSv 到 464μSv 不等,相当于投照相同区域传统医用 CT 机患者有效放射剂量的 1/56～1/5 或投照 7～42 张数字曲面体层片后患者所受到的有效放射剂量。

需要注意的是,患者的有效剂量不仅仅和口腔颌面锥形束 CT 机的扫描视野有关,它更决定于口腔颌面锥形束 CT 机所应用的曝光参数,如管电压(kV),管电流(mA)和扫描模式(脉冲或连续),即实际曝光时间等因素。

四、空间分辨率

口腔颌面锥形束 CT 机的空间分辨率是指图像中可辨认的临界物体空间几何长度的最小极限,即对细微结构的分辨率。空间分辨率越高说明图像对微细结构的分辨能力越强。通常,空间分辨率的表达有三种方式:①应用探测器的像素大小通过一定的公式推算出的空间分辨率,此为理论空间分辨率;②通过计算一个系统的调制传递函数(modulation transfer function,MTF)来测定其空间分辨率。这一测定方法往往不能真正反映一个系统的实际空间分辨率;③通过高对比度测试卡的应用,直接检测的空间分辨率,此为实测空间分辨率。由于此种测试方法直接测定了图像中的信息、各种噪声以及人类视觉系统对图像认读的影响,所以能真实地反映一个影像系统的实际空间分辨率,通常以“线对/毫米(line pairs/mm,LP/mm)”来表示。图 1-7 中每一个白色条纹和黑色条纹的组合是一个线对。每毫米距离内可辨别的线对数越多代表该系统的空间分辨率越高。现在,口腔颌面锥形束 CT 机的理论空间分辨率多在 0.1～0.2mm 之间。除了有报告 3D Accuitomo 的实测空间分辨率大约在 2LP/mm 外,未见有关其他口腔颌面锥形束 CT 机实测空间分辨率的报道。

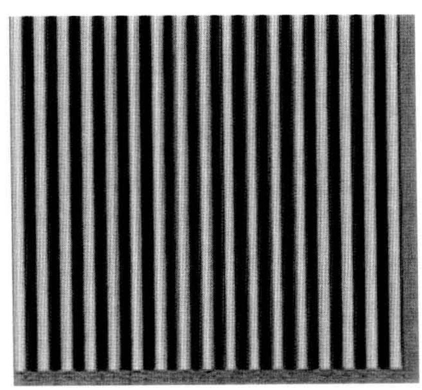
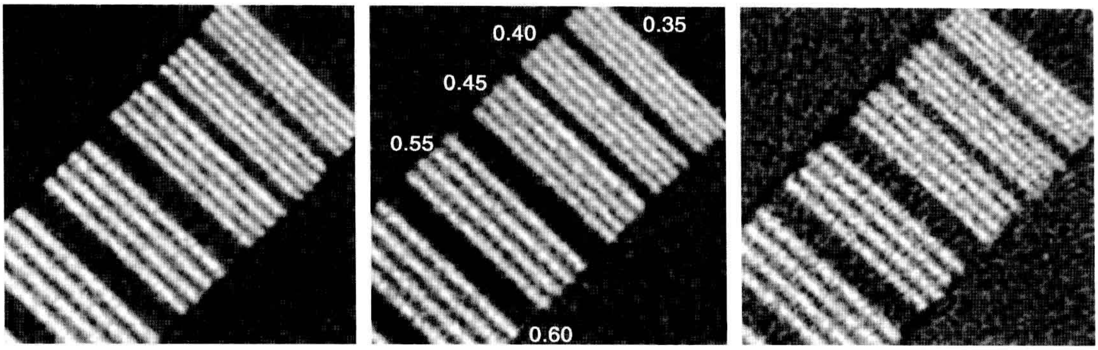


图 1-7　图像中每一个白色条纹和黑色条纹的组合代表一个线对(line pairs),每毫米距离内可辨别的线对数越多代表该系统的空间分辨率越高

如前所述,口腔颌面锥形束 CT 机的探测器主要有平板型和非平板型两种类型。那么,应用这两种类型的探测器所摄取和重建后图像的空间分辨率是否有差异呢?有日本学者对此作了一项对比研究。他们通过应用一个 0.35mm 高对比度条形

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

测试卡对其新研制的平板型探测器与非平板探测器的空间分辨率进行了测定，结果显示二者的空间分辨率大致相等（图 1-8）。



（1）　　（2）　　（3）

图 1-8　一个条形高对比度测试卡的三维图像

（1）应用平板探测器的冠状位图；（2）应用平板探测器的轴位图；（3）应用影像增强器和 CCD 的轴位图（引自 R Baba et al. 见文献 4）

这里需要强调的是，图像的空间分辨率并不仅由口腔颌面锥形束 CT 机的体素大小决定，更与探测器的物理特性、X 射线源焦点的大小、X 射线的扫描角度、X 射线源与物体及探测器、物体与探测器之间的距离等因素有关。这也就是为什么大量实验研究表明理论空间分辨率高并不代表实测空间分辨率高的原因。

五、患者体位对图像质量的影响

在正常情况下，患者头部的正中线应该与口腔颌面锥形束 CT 机的正中定位线相一致，这样重建的图像才能够左右对称，更好地反映组织结构的变化。但是在实际操作过程中，由于某种原因，患者的头部有可能偏离正中定位线，那么在这种情况下，图像的质量和线性测量的准确性是否会受到影响呢？美国北卡莱罗纳州大学 John Ludlow 通过对 28 个颅骨在正中线时、平行偏离正中线 7mm 和与正中线成 10 度角三种情况下获得的三维图像中的正常解剖标记间的线性测量结果的比较研究显示，患者头部小角度的偏离投照正中线不会影响正常解剖标记间线性测量的准确性。荷兰阿姆斯特丹大学牙学院的研究人员对此作了进一步研究。研究结果显示，在头颅偏离正中线 15°～18°角的情况下，在三维重建的立体图像上，线性测量的准确性与实际在颅骨上测量的结果没有显著性差异。但是，在虚拟头颅侧位和后前位上进行的线性测量的准确性有显著性差异。以上研究表明，患者头部小角度偏离 CT 机正中定位线，不会影响图像质量与在三维图像上进行的线性测量的准确性。

六、伪影产生的常见因素

伪影是影响口腔颌面锥形束 CT 图像质量的一个重要因素。在口腔颌面锥形束 CT 影

像中，伪影产生的因素主要有：①运动伪影；②位置伪影；③放射线剂量强度产生的伪影，即所谓的射线束硬化伪影（beam hardening artifact），这主要与牙金属冠和金属充填体有关；④系统伪影。

1. 运动伪影　运动伪影产生的原因主要是由于患者在拍照过程中，头颅的移位，下颌骨的不自主运动等造成的，表现为双重影像（图 1-9）。现在大多数口腔颌面锥形束 CT 图像重建所采用的滤波反投影技术对患者在扫描过程中的稳定性要求很高，所以在扫描过程中轻微的移动都可以造成图像模糊，甚至产生伪影，表现为双重影像。这种伪影可以要求患者在口腔颌面锥形束 CT 机扫描过程中保持稳定和尽量减少投照时间来避免。

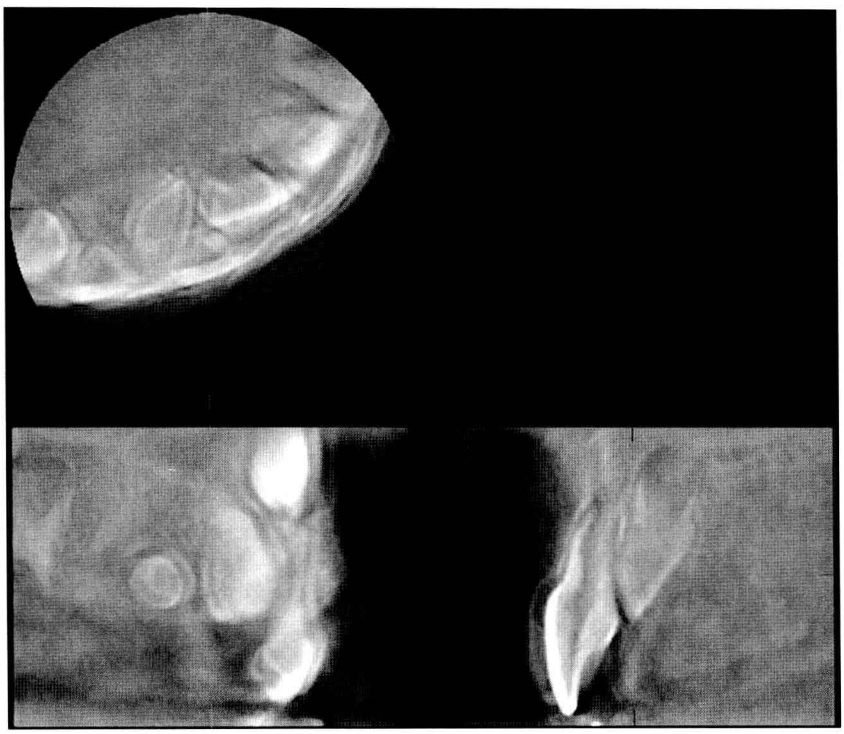


图 1-9　由运动原因产生的双重伪影

2. 位置伪影　位置伪影是指被投照物体过于靠近扫描视野的边缘，物体边缘的图像容易产生光环样伪影（图 1-10）。

3. 射线束硬化伪影　它的产生是由放射线本身决定的，即在一束放射线内放射线光子所携带的能量是不一致的。能量高的放射线光子通过高密度物体，如牙釉质、金属充填体等时，产生较强的散射线而呈条索样高密度影像；而低能光子则被吸收，表现为发散状透影带（图 1-11）。

4. 系统伪影　系统伪影产生的因素主要有两个，一个是由于锥形束 CT 的摄影模式，即旋转一周获取容积数据原始图像决定的，其可产生表现为光环征的伪影（图 1-12）。另一个是由于计算错误所造成的（图 1-13）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

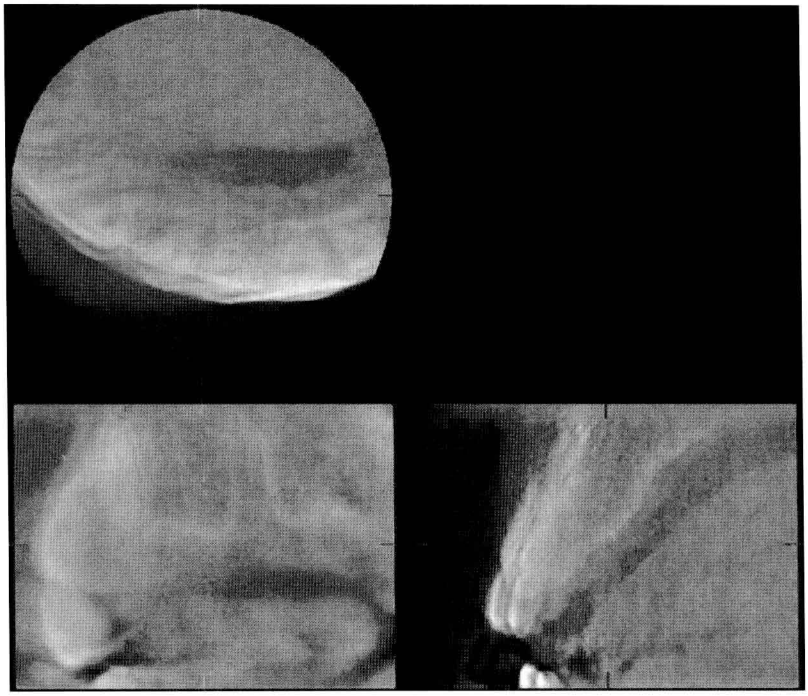


图1-10 由于被投照物体比较靠近扫描视野的边缘，而产生的光环样位置伪影



图1-11 放射线强度产生伪影

轴位图可见桩核及金属冠周围有条索样高密度和低密度影像带；
冠状和矢状位图示桩核周围低密度阴影带

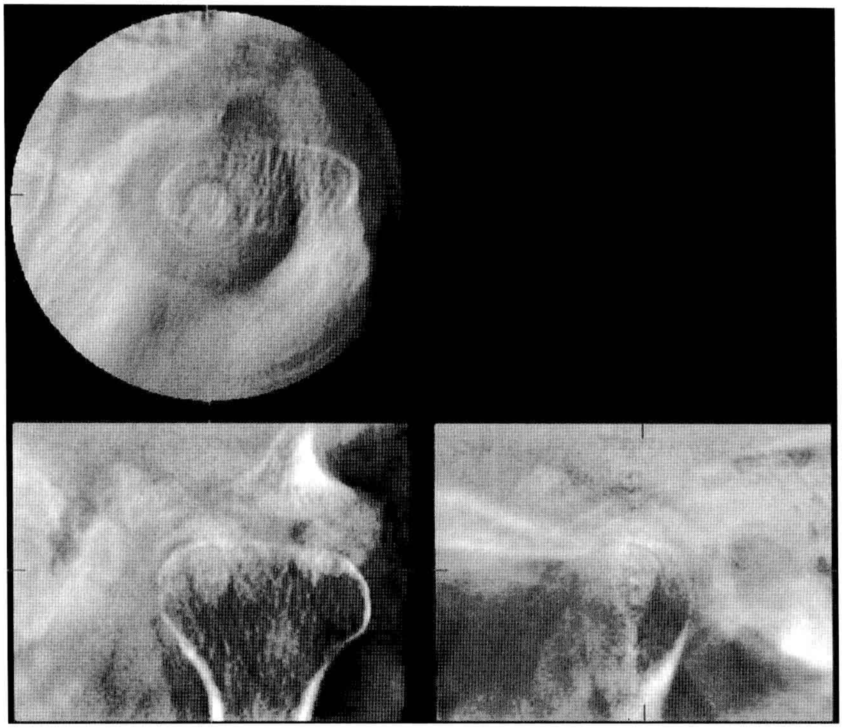


图 1-12　轴位图中可见以原点为中心向外扩散的圆环形伪影

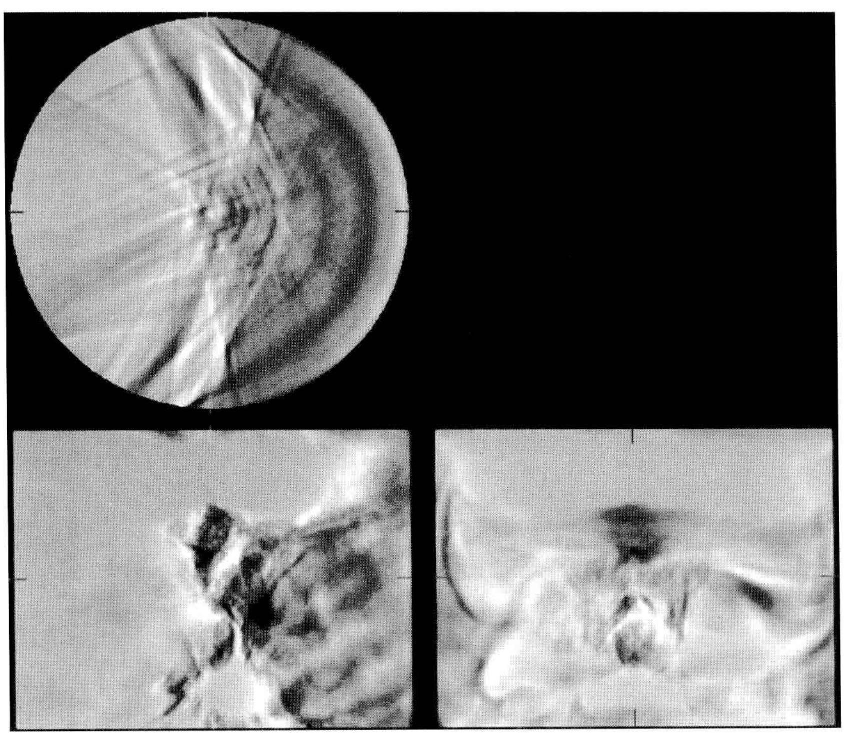


图 1-13　计算错误产生的伪影

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

七、口腔颌面锥形束 CT 机发展趋势

1. 曝光时间和图像的重建速度将会进一步缩短，辐射剂量将会进一步减低　由于计算机运算能力的提高，每秒钟所摄取图像的帧幅数将会增加，这无疑将会减少患者的曝光时间，进而减少患者所受的辐射剂量。同时，由于扫描时间的缩短，也降低了患者(特别是儿童患者)在扫描过程中由于不自主运动而在图像中产生的运动伪影，减少了重新拍摄的可能性。计算机运算能力的提高，也为对数据量要求不大、患者体位不是很精确的重建算法，如傅里叶转换函数算法的实际应用提供了可能。

2. 对比度分辨率将能够满足临床对软组织影像观察的需要　现在，限制口腔颌面锥形束 CT 机进一步临床应用的最大问题是它的对比度分辨率低，也就是说它还不能够像传统医用 CT 一样显示口腔颌面部的软组织结构。这主要是由于受到口腔颌面锥形束 CT 机所应用探测器的限制。近几年，经过生产厂商与科研人员的不断努力，有的机型现在亦能清楚地显示较大的软组织结构，如咬肌、翼内肌、翼外肌等，这不能不说是一个大的进步。因此我们有理由相信，在不久的将来口腔颌面锥形束 CT 机也会像传统医用 CT 机一样被广泛地应用于软组织疾病的诊断中。

3. 统一的、可对比的 CT 值将会被广泛应用于临床诊断中　现阶段，大多数口腔颌面锥形束 CT 机还不能像传统医用 CT 机那样提供统一的、各机型间可对比的 CT 值供临床参考。虽然有个别口腔颌面锥形束 CT 机能够提供 CT 值，但与医用螺旋 CT 相比，这些数值多不准确。CT 值计算依靠的是 X 射线在不同组织间的衰减系数，这与机器所应用的管电压有直接关系。由于传统医用 CT 机各生产厂家所采用的管电压相差不大，所以在各机型间同一组织的 CT 值相差并不明显。而口腔颌面锥形束 CT 机所应用的管电压却从 60 ~ 120kVp 不等，这导致同一组织结构的图像灰度值在不同的口腔颌面锥形束 CT 图像中的变化很大，从而达不到一个统一的、各机型间可对比的 CT 值，这为图像的解释以及不同系统间图像的比较带来了困难。为满足临床工作需要，研制出能够提供统一 CT 值的口腔颌面锥形束 CT 机是必然的发展趋势。

4. 在软件应用方面，口腔颌面锥形束 CT 将从单纯的影像摄取向与特定临床任务相结合的专业软件方向发展　为了充分发挥口腔颌面锥形束 CT 能从三维的角度，即轴位、冠状位和矢状位显示组织结构以及其骨性测量准确性的优势，与特定临床任务相结合，指导临床实践将会成为口腔颌面锥形束 CT 机的一个基本功能。

总之，口腔颌面锥形束 CT 机的不断发展与完善，不仅能够为临床工作提供更为丰富和准确的诊断信息，而且还将密切地与临床治疗相结合。如何切实地参与和指导临床治疗过程，进一步使微创治疗成为可能，将是未来口腔颌面锥形束 CT 机的发展趋势。

八、市场常见口腔颌面锥形束 CT 机的主要技术参数（表 1-3）

表 1-3　市场常见口腔颌面锥形束 CT 机的主要技术参数

	NewTom3G	NewTom VG	i-CAT（经典）	i-CAT（新型）	3D-Accuitomo	Veraviewpacs 3D
探测器类型	Ⅱ + CCD/AFP	AFP	AFP	AFP	AFP	CMOS
体素大小（μm）	160	160	125	125	125	125
灰阶（bit）	12	16	14	14	14	13
扫描类型	脉冲	脉冲	脉冲	脉冲	连续	连续
扫描时间（秒）	36	18	20	8.9	17.5	9.4
曝光时间（秒）	5.4	3.4	–	–	17.5	9.4
焦点（mm）	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5
管电流（毫安，mA）	1 ~ 15	1 ~ 20	3 ~ 8	3 ~ 8	1 ~ 10	1 ~ 10
管电压（千伏，kVp）	110	110	120	120	60 ~ 90	60 ~ 80
扫描视野（FOV）	6-in/9-in/12-in	20cm × 25cm	9-in/12-in	9-in/12-in	4 × 4，6 × 6，8 × 8，10 × 10，17 × 10（cm × cm）	4 × 4，8 × 8（cm × cm）
患者体位	仰卧位	站立	坐位	坐位	坐位	站立
操作软件	NNT	NNT	i-CATVision	i-CATVision	i-Dixel	i-Dixel
厂商	Q. R srl，意大利	Q. R srl，意大利	Imaging Science International，美国/Kavo，德国	Imaging Science International，美国/Kavo，德国	J. Morita Mfg. Corp.，Kyoto，日本	J. Morita Mfg. Corp.，Kyoto，日本

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

续表

	CB MercuRay	Galileos Comfort	Galileos Compact	ProMax 3D	ProMax 3Ds/Max	Kodak9000 3D
探测器类型	Ⅱ + CCD	Ⅱ + CCD	Ⅱ + CCD	CMOS	AFP	CMOS
体素大小(μm)	100	150	300	160	100	76
灰阶(bit)	12	12	12	15	15	14
扫描类型	连续	脉冲	脉冲	脉冲	脉冲	脉冲
扫描时间(秒)	10	14	14	18	18	24
曝光时间(秒)	10	2~6	2~6	6	3~12	10.8
焦点(mm)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
管电流(毫安,mA)	10/15	5~7	5~7	8~16	8~16	2~15
管电压(千伏, kVp)	60~120	85	85	84	78~90	60~90
扫描视野(FOV)	6-in/9-in/12-in	15cm×15cm	12cm×15cm	8cm×8cm	5×5/22×17 (cm×cm)	5cm×5cm/7.5cm×6.5cm/8.5cm×7.5cm
患者体位	坐位	站立	站立	站立	站立	站立
操作软件	CB works	Galaxis 3D	Galaxis 3D	Romexis	Romexis	Kodak dental imaging software 3D module
厂商	Hitachi medical systems, 日本	Sirona, 德国	Sirona, 德国	Planmeca Oy, 芬兰	Planmeca Oy, 芬兰	Carestream Health, 美国

续表

	Kodak9500	DCT-Pro	iLUMA	Scanora 3D	Sky-View
探测器类型	AFP	CMOS	AFP	CMOS	Ⅱ +CCD
体素大小(μm)	200	100	100	133	140
灰阶(bit)	14	14	14	13	12
扫描类型	脉冲	连续	连续	脉冲	脉冲
扫描时间(秒)	24	15(正常),24(高分辨率)	20~40	10~20	30
曝光时间(秒)	10.8	15(正常),24(高分辨率)	20~40	2~5	6.88
焦点(mm)	0.7	0.5	0.3	0.5	0.5
管电流(毫安,mA)	2~15	2~10	1~3.8	1~8	1~10
管电压(千伏,kVp)	60~90	40~90	120	60~85	90
扫描视野(FOV)	18.4×20.6/9×15 (cm×cm)	8×5,12×17 (cm×cm)	21.1×14.2/10.8×9.6 (cm×cm)	6×6/7.5×10/7.5×14.5 (cm×cm)	9-in
患者体位	站立	坐位	坐位	坐位	仰卧位
操作软件	Kodak dental imaging software 3D module	EZDent	Ilumavision	Scanora	Skyview
厂商	Carestream Health,美国	E-Woo Technology Co., Ltd./Vatech,韩国	3M,美国	Soredex,芬兰	Cefla group,意大利

注:体素大小均为各系统所能达到的最大体素值

(李 刚)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

参考文献

1. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Tinazzi Martini P, Bergamo Andreis I. A. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. Euro Radiol, 1998, 8: 1558-1564.
2. Iwai K, Arai Y, NIshizawa K, Tammisalo E, Hashimoto K, Shinoda K. Estimation of radiation dose from ortho cubic super high resolution CT. Dentomaxillofac Radiol, 1998, 27 Supplement 1: 39.
3. Arai Y, Hashimoto K, Shinoda K. Mathematical theory of Ortho-CT and rotational panoramic tomography. Dental Radilolgy, 1998, 38 Supplement: 51.
4. Kotter E, Langer M. Digital radiography with large-area flat-panel detectors. Eur Radiol, 2002, 12: 2562-2570.
5. Smith SW (ed). The scientist and engineer's guide to digital signal processing. San Diego. California Technical, 1997: 423-450.
6. van Daatselaar AN, Dunn SM, Spoelder HJW et al. Feasibility of local CT of dental tissues. Dentomaxillofac Radiol, 2003, 32: 173-180.
7. Baba R, Ueda K, Okabe M. Using a flat-panel detector in high resolution cone beam CT for dental imaging. Dentomaxillofac Radiol, 2004, 33: 285-290.
8. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. Dentomaxillofac Radiol, 2006, 35: 219-226.
9. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. Dentomaxillofac Radiol, 2003, 32: 229-234.
10. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2008, 106: 106-114.
11. Gijbels F, Jacobs R, Debaveye D, Verlinden S, Bogaerts R, Sanderink G. Dosimetry of digital panoramic imaging. Part 1: patient exposure. Dentomaxillofac Radiol, 2005, 34: 145-149.
12. Frederiksen NL. Health physics. In White SC, Pharoah MJ (eds). Oral radiology: principles and interpretation. 5th ed. St. Louis: Mosby, 2004. 54.
13. Ludlow JB, Laster WS, See M, Bailey LJ, Hershey HG. Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2007, 103: 534-542.
14. Hassan B, vd Stelt PF, Sanderink G. Accuracy of three-dimensional measurements obtained from cone beam computed tomography surface-rendered images for cephalometric analysis: influence of patient scanning position. Eur J Orthod, 2009, 31: 129-134.
15. Katsumata A, Hirukawa A, Noujeim M, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Ariji E, Langlais RP. Image artifact in dental cone-beam CT. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2006, 101: 652-657.
16. Draenert FG, Coppenrath E, Herzog P, Müller S and Mueller-Lisse UG. Beam hardening artifacts occur in dental implant scans with the NewTom cone beam CT but not with the dental 4-row multidetector CT. Dentomaxillofac Radiol, 2007, 36: 198-203.

第 2 章

牙及牙周疾病

牙及牙周疾病包括牙体、根尖及牙周组织的炎症、创伤或发育异常性疾病，其诊断除根据病史、症状和临床体征外，很多情况下需依靠 X 线影像诊断。目前口腔颌面 X 线影像诊断常用的手段包括根尖片、咬合片及曲面体层片等。根尖片分辨率高，投照时辐射剂量较小，对于多数牙体、根尖及牙周疾病均可做出诊断；曲面体层片普及率较高，操作方便，一次扫描可同时观察全口牙列及上下颌骨的诸多疾病。但是这些片位提供的均为二维图像信息。随着现代口腔医学的发展，传统 X 线手段已不能满足诊疗工作的需要。如多生牙、阻生牙需了解其形态、位置及其与正常牙列的关系，阻生齿拔除及种植手术前需了解牙槽骨高度、厚度及其与上颌窦或下颌管的关系，复杂牙体、牙周或根尖疾病需精细分析牙、牙槽骨及相关颌骨结构的三维信息。传统医用 CT 可提供有关牙及颌面骨结构的三维立体信息，但费用较高，放射剂量大，且影像空间分辨率不够。近年来，一系列口腔颌面锥形束 CT（cone-beam computed tomography，CBCT）应运而生，已广泛应用于牙及牙周疾病的影像诊断。本章重点介绍口腔颌面锥形束 CT 用于多生牙、阻生牙的定位及牙髓、根尖和牙周疾病诊断的内容。

一、多生牙定位

（一）概述

多生牙（supernumerary tooth）是一种常见的牙源性发育异常，表现为牙齿数目增多，亦称额外牙。对其发生机理已有多种假设，多数人认为多生牙的发生是由于局部牙板过度活跃所致。根据这一假设，锥形多生牙是由于牙蕾向舌侧的异常扩展所致，切牙形多生牙是由于牙板上皮残余受牙列的压力诱导增殖所致。另外，有人认为遗传因素和环境因素也是导致多生牙的重要原因。Sedano 认为多生牙可能是一种常染色体显性遗传疾病，但常出现隔代遗传的现象；而性连锁遗传可能解释男性发病率明显高于女性的特点。有作者报道高加索人种恒牙列多生牙的发病率为 0.1% ~3.8% 不等，而蒙古人种发病率高达 3% 以上。多数研究表明多生牙的发生存在性别差异，男性发病率较高，在高加索人种中男女性别比率为 1.3∶1 至 2.5∶1 不等。多生牙可单发也可多发，且可发生在颌骨及牙列的不同位置。多生牙的形态呈现多样化，其中锥形多见。

作者曾分析 487 例（626 枚）多生牙病例，结果显示男性患者较女性多，男∶女 =2.62∶1。约 72% 的患者有 1 枚多生牙，27.3% 的患者有 2 枚多生牙，0.6% 的患者有 3 枚多生牙。多

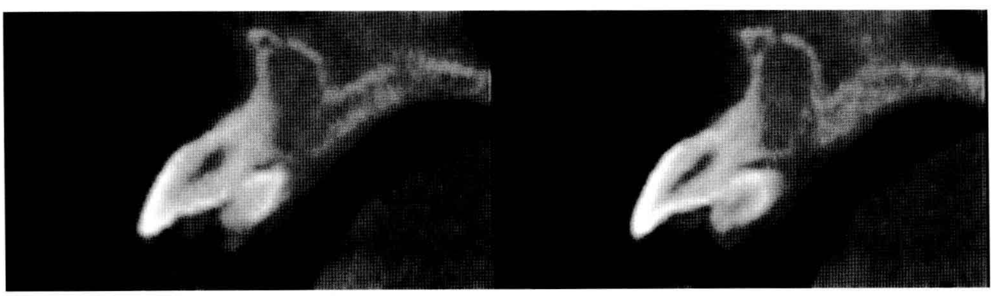
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

生牙中 92.3% 位于上颌前牙区，且其中 86.3% 位于上中切牙区；其余部位包括前磨牙区、磨牙区、硬腭及下颌尖牙区等。位于上中切牙之间者称为中间牙，位于磨牙区者称为旁磨牙。多生牙通常为锥形，其他形态可为切牙形、前磨牙形、结节形或磨牙形等。

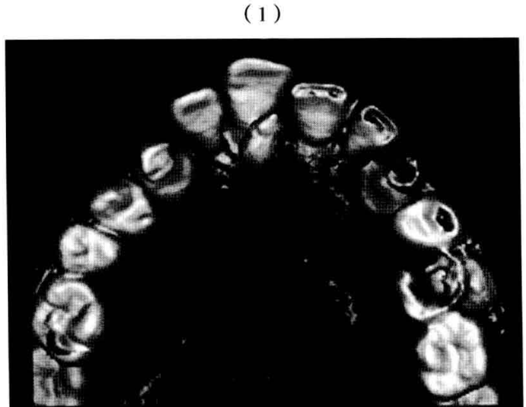
多生牙是口腔科医生常见的疾患，可导致恒牙迟萌、移位、拥挤、牙列缝隙、牙根吸收及含牙囊肿形成等。部分病例临床上无自觉症状，常在 X 线检查时被发现。一般来讲，常用的 X 线检查手段有根尖片、咬合片、曲面体层及头影测量片。一张根尖片或咬合片可用于分析病变区的牙齿情况，而水平偏移投照根尖片可反映多生牙与正常邻牙的唇舌向位置关系。但有些情况下，上述手段难以反映多生牙与牙列的三维位置关系，影响了治疗手段的选择。

（二）CBCT 表现

传统医用 CT 可提供三维立体影像学信息，避免颌面部牙及颌骨影像的重叠，但其放射剂量较大，且费用相对较高，限制了其在多生牙病例的使用。CBCT 具有辐射剂量低、空间分辨率高并便于三维观察等优点，对于多生牙定位分析具有较大优势，可观察多生牙数目、形态、方向、与牙列的位置关系及相关牙列畸形情况。根据 CBCT 图像分析，作者曾提出将上颌前牙区多生牙的矢状位置分为 6 型：Ⅰ型多见，多生牙位于邻近切牙长轴的腭侧且位于牙根尖的冠方（图 2-1）；Ⅱ型多生牙位于邻近切牙长轴的腭侧且牙体大部位于牙根尖的根方（图 2-2）；Ⅲ型多生牙位于牙列中央且位于牙颈部（水平阻生或为正常方向）（图 2-3）；Ⅳ



（1）



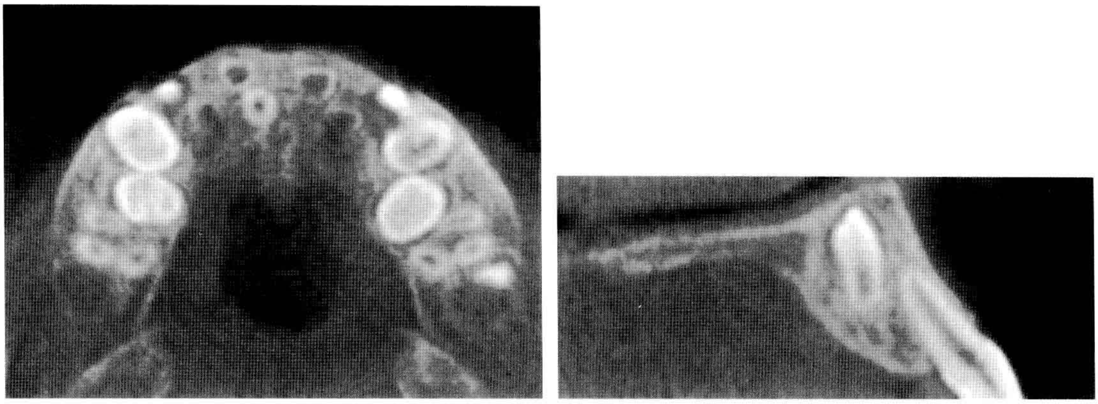
（2）

图 2-1 上颌前部多生牙

（1）CBCT 多层矢状断层片显示右上颌中切牙腭侧倒置多生牙，位于切牙牙根的冠方；

（2）CBCT 三维图象（腭面观）直观地显示多生牙位于右上颌中切牙腭侧

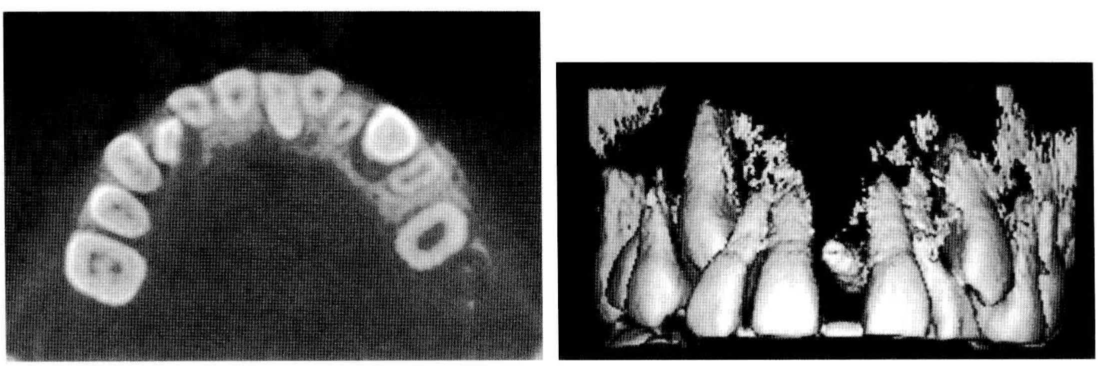
型多生牙位于牙列的根尖区或根尖上方(倒置阻生或为正常方向)(图 2-4);Ⅴ型多生牙位于牙列根尖区之唇侧(图 2-5);Ⅵ型多生牙位于牙弓腭侧且垂直向位置介于Ⅰ型与Ⅱ型之间(图 2-6)。



(1) (2)

图 2-2 上颌前部多生牙

(1) CBCT 轴位片显示右上颌中切牙根腭侧可见多生牙;(2) CBCT 矢状位片显示右上颌中切牙腭侧倒置多生牙,大部位于切牙根尖的根方



(1) (2)

图 2-3 上颌前部多生牙

(1) CBCT 轴位片显示上中切牙间多生牙,水平向,冠冲腭侧;(2) CBCT 三维图像直观地显示多生牙位于上中切牙牙颈部之间,根尖冲向唇侧

该分型系统的提出虽显繁琐,但总体概括了上颌前部多生牙与邻近牙及颌骨的复杂位置关系,这对于外科或正畸的设计与治疗具有指导意义。

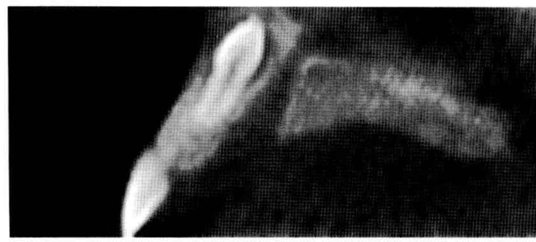
其他部位多生牙相对较少,包括腭部(图 2-7)、磨牙区(图 2-8)及前磨牙区等。CBCT 既可显示多生牙的位置,又可清楚显示多生牙的形态(图 2-9)及是否有邻牙外吸收或含牙囊肿形成等。

总之,CBCT 以其较小的辐射剂量、较高的空间分辨率及便利的三维观察软件设计,可用于多生牙病变的常规检查。上述研究所提出的分类系统对治疗方案的制定有一定借鉴意义。Ⅰ型及Ⅲ型位于牙冠附近,较易拔除。尤其当这类多生牙伴发局部牙列畸形,影响正畸治

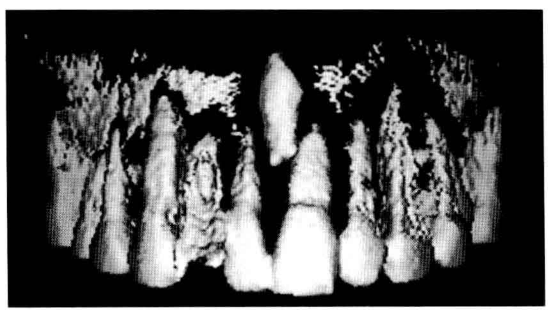
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注



（1）



（2）



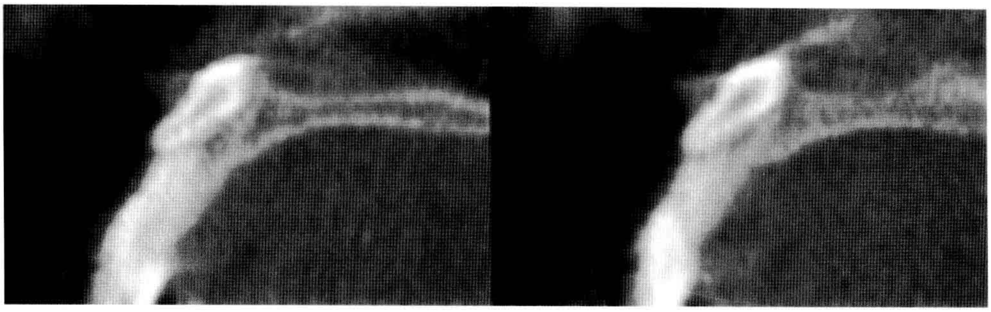
（3）

图 2-4　上颌前部多生牙

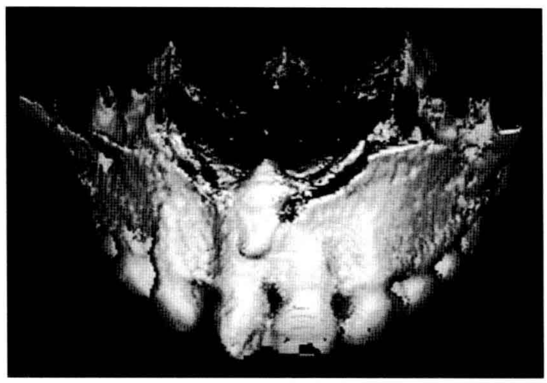
（1） CBCT 轴位片显示上中切牙牙根间多生牙；（2） CBCT 矢状位片显示多生牙倒置，位于牙槽骨中央；（3） CBCT 三维图像直观地显示多生牙位于上中切牙根尖之间，冠冲向鼻底



（1）



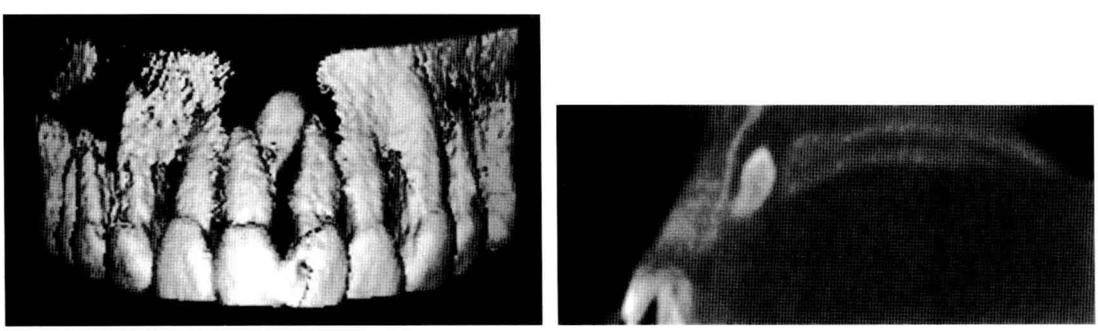
(2)



(3)

图 2-5　上颌前部多生牙

(1) CBCT 轴位片显示右上前牙区多生牙，偏唇侧；(2) CBCT 矢状位片显示多生牙倒置，位于牙列根尖区之唇侧；(3) CBCT 三维图像直观地显示多生牙位于右上中切牙根尖区唇侧，冠冲向鼻底



(1)　　(2)

图 2-6　上颌前部多生牙

(1) CBCT 三维图像显示上颌中切牙间倒置多生牙，该牙部分位于切牙牙根腭侧，部分达根尖上方；(2) CBCT 矢状位片显示多生牙位于切牙管内

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

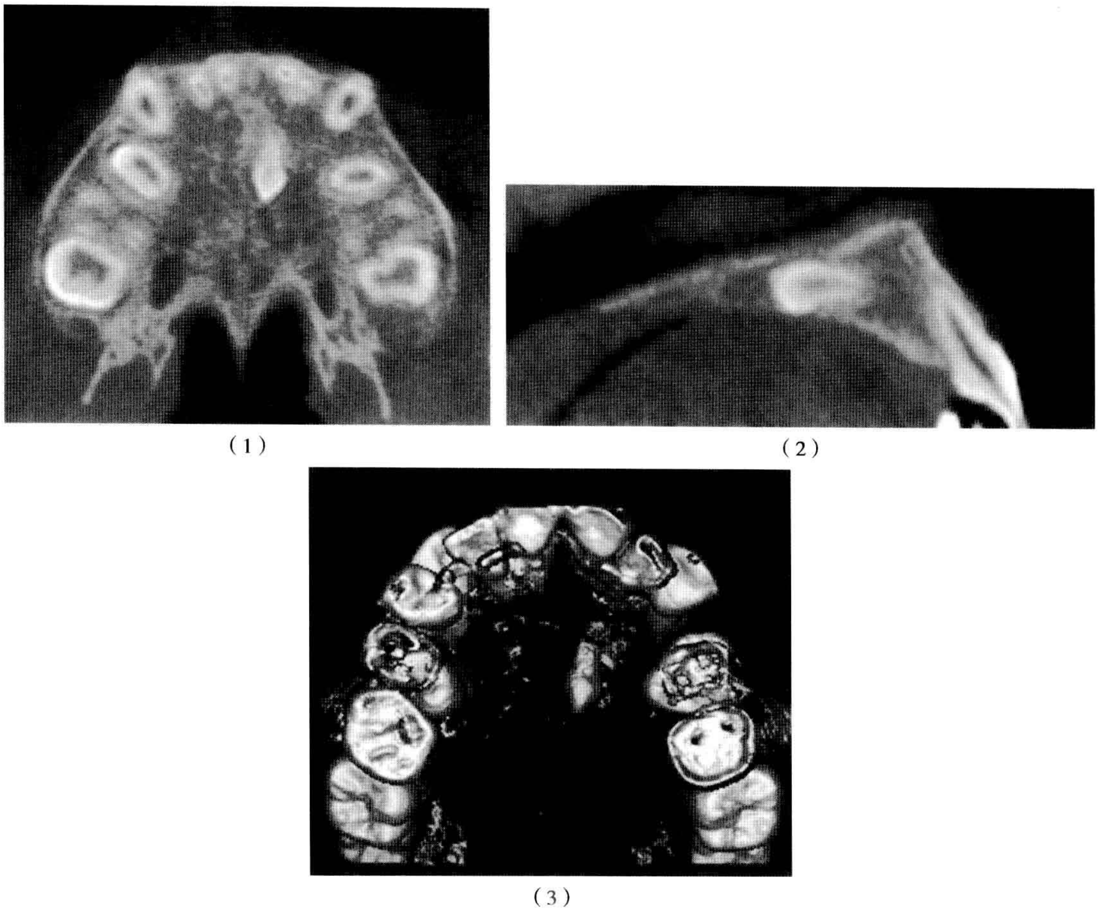


图 2-7　腭部多生牙

(1) CBCT 轴位片显示腭部正中偏左多生牙;(2) CBCT 矢状位片显示腭部水平向多生牙;(3) CBCT 三维图像直观地显示腭部多生牙,位置大体相当于双侧前磨牙连线间

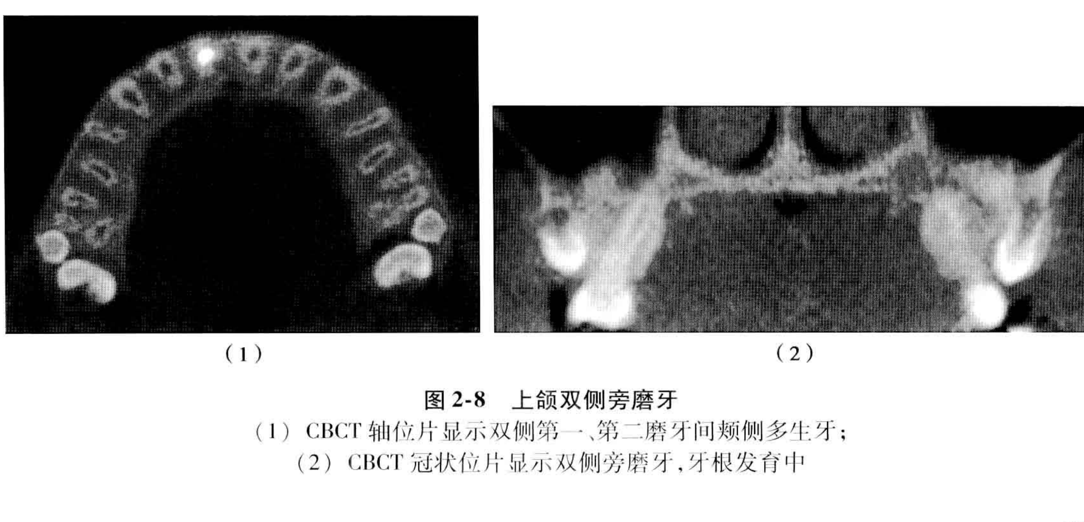
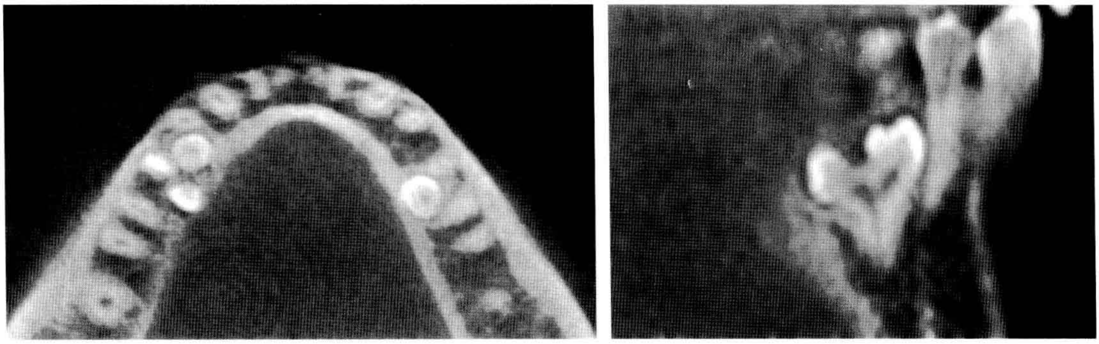


图 2-8　上颌双侧旁磨牙

(1) CBCT 轴位片显示双侧第一、第二磨牙间颊侧多生牙;(2) CBCT 冠状位片显示双侧旁磨牙,牙根发育中



(1)　　　　　　　　　　(2)

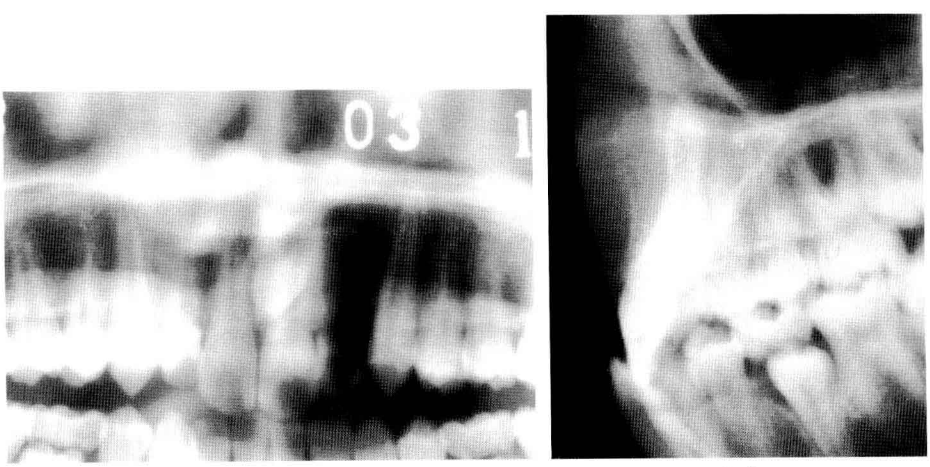
图 2-9　下颌多生牙

(1) CBCT 轴位片显示双侧下颌前磨牙区偏腭侧多生牙影像；
(2) 右下颌多生牙区矢状位片显示双生多生牙

疗，引起牙根吸收或含牙囊肿形成时，应早发现早拔除。其他类型的多生牙均为低位阻生，与邻牙牙根、鼻底或切牙管关系较密切，且它们较少伴发牙列畸形，故可保留并定期观察，过早的外科干预可导致邻牙或颌骨的损伤。对那些宜于拔除的病例，CBCT 图像可帮助外科医生选择适当的手术入路，并利于术中及早发现多生牙，以减少手术对邻近软硬组织的损伤。

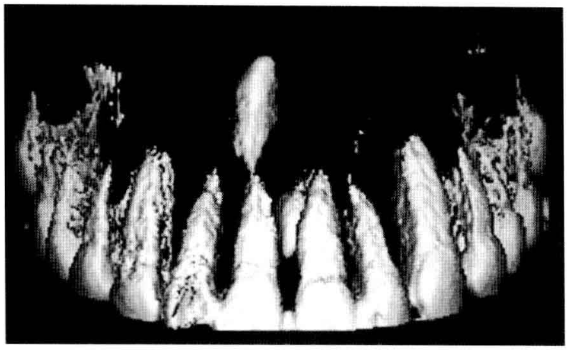
（三）其他影像学表现

包括根尖片、咬合片、曲面体层片及头颅正侧位片，均可用于观察多生牙的存在，并可采用一定的方法分析多生牙与邻牙的位置关系。根尖片可采用水平偏移投照技术判断多生牙位于牙列腭侧或唇侧，但对于多枚多生牙病例则难以判断。上、下颌横断咬合片亦可辅助观察多生牙与牙列的关系，但对于上颌前牙区的多生牙因投照时 X 线须穿透颅骨，故辐射剂量较大，且往往观察效果欠佳。曲面体层片是多生牙 X 线诊断的常用片位，对于观察多生牙的数目及与牙列的近远中向、冠根向位置关系具有较好的效果，有时结合头颅侧位片也可观察多生牙的唇腭向位置。但若多生牙距离牙列较远或由于鼻底及邻牙的重叠，部分多生

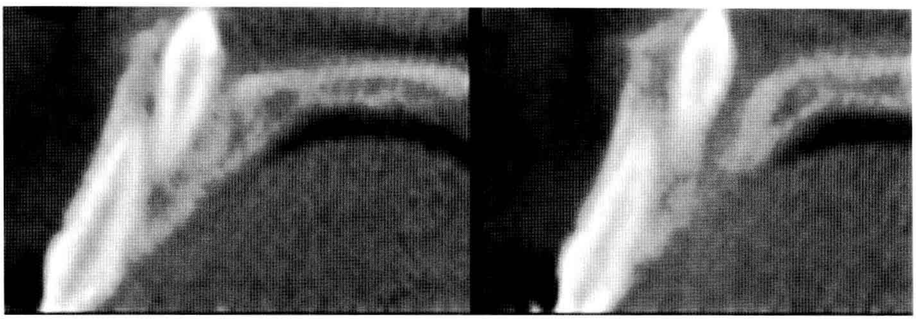


(1)　　　　　　　　　　(2)

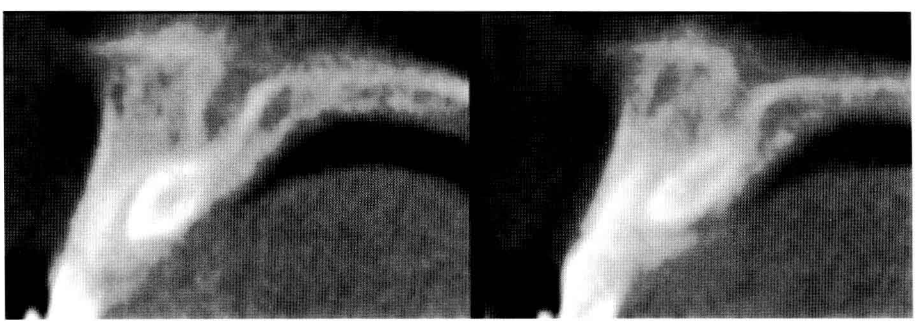
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



（3）



（4）



（5）

图 2-10　上颌前牙区多生牙（两枚）

（1）曲面体层片（局部）显示左上颌中切牙根部一枚多生牙，冠骀向；（2）头颅侧位片（局部）显示上颌前牙根尖区一枚倒置多生牙；（3）CBCT 三维图像显示上颌前部两枚多生牙，右侧一枚倒置，位于切牙根尖上方；（4）CBCT 矢状位片显示右上颌中切牙根尖腭侧多生牙；（5）CBCT 矢状位片显示左上颌中切牙腭侧多生牙

牙在曲面体层片上不能显示（图 2-10）。

二、上颌阻生尖牙定位

（一）概述

阻生牙是指在正常萌出期未能在牙弓正常位置萌出的牙。上颌尖牙是继第三磨牙之后

最常见的阻生牙，上颌尖牙阻生的发病率为 0.9% ~3.0% 不等，因种群不同而异，女性一般较男性发病率高。有文献指出欧洲人群中尖牙阻生以腭侧居多，2 ~3 倍于唇侧阻生的发病率；亚洲人群中，尖牙阻生多位于牙槽嵴中央或唇侧。作者等曾对 210 枚上颌阻生尖牙的 CBCT 图像进行回顾性分析，其中 45.2% 的尖牙为唇侧阻生，40.5% 为腭侧阻生，14.3% 为牙槽中央阻生。

尖牙阻生的发生机理尚不清晰。有人认为相邻侧切牙为锥形或缺失在一定程度上与尖牙腭侧阻生有关，因为这时缺乏侧切牙对尖牙萌出的正常诱导作用。Peck 等指出尖牙腭侧阻生与遗传有关。一般认为，尖牙唇侧阻生与牙弓间隙不足有关。上颌尖牙在美观及功能上具有重要意义，但阻生尖牙的治疗也较困难。此外，阻生尖牙在角度和位置上变异较大，且可导致邻牙牙根吸收或含牙囊肿形成。上颌阻生尖牙的治疗依赖于精确的定位诊断。近年来，一系列不同类型的口腔颌面 CBCT 机相继问世并被用于阻生牙的定位诊断。

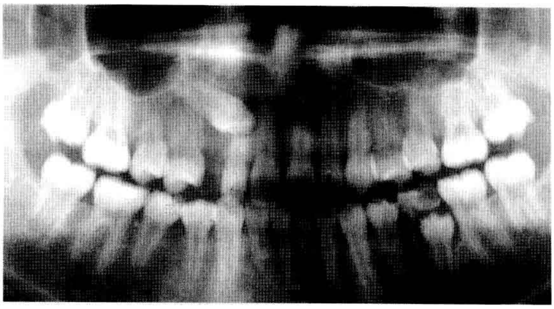
（二）CBCT 表现

上颌阻生尖牙 CBCT 检查的目的包括观察尖牙的位置、方向、邻牙外吸收情况及是否形成含牙囊肿等。其位置及方向的变异包括唇腭向、近远中向及冠根向等三维平面的变异。近远中向的变异较大，尖牙牙冠可位于切牙区、双尖牙区甚至达磨牙区，可为殆向、水平向或倒置阻生。以往文献中常用的描述如唇侧、腭侧及牙槽中央阻生等过于简单，难以全面概括这些复杂的变异。作者等曾根据上颌阻生尖牙的 CBCT 表现将其分为 6 种类型：①近中唇向阻生，尖牙冠位于切牙区，且位于牙列唇侧（图 2-11）；②近中腭向阻生，尖牙冠位于切牙区，且位于牙列腭侧（图 2-12）；③原位阻生，尖牙仍位于侧切牙与第一前磨牙之间，但未萌至殆平面（图 2-13）；④远中倾斜阻生，尖牙牙冠位于前磨牙区甚至磨牙区，可位于牙列颊侧或腭侧（图 2-14）；⑤水平阻生，阻生尖牙的长轴与殆平面大致平行（图 2-15）；⑥倒置阻生，阻生尖牙的长轴与正常牙列的方向相反，牙尖朝向根尖方向（图 2-16）。

前四种变异类型主要反映了殆向阻生牙的近远中向变异情况，水平及倒置阻生则反映了垂直向萌出异常。其中近中唇向阻生与近中腭向阻生最常见，而远中倾斜阻生、水平阻生与倒置阻生较少。这些均描绘了上颌阻生尖牙与邻近牙颌的三维立体关系，而这些信息的获得依靠常规 X 线片是无法实现的。

邻近切牙的外吸收也是 CBCT 图像观察的重点。Ericson 及 Kurol 分析了 156 枚阻生尖牙的 CT 图像，发现侧切牙及中切牙的牙根外吸收率分别为 38% 及 9%；Walker 及 Enciso 等分析了 27 例上颌阻生尖牙的 CBCT 图像，发现侧切牙及中切牙的牙根外吸收率分别为 66.7% 及 11.1%。作者研究表明侧切牙的牙根吸收率为 27.2%，中切牙的牙根吸收率为 23.4%。这可能与抽样误差、考察对象年龄及研究者对 CT 图像的理解不同有关。尖牙阻生导致切牙牙根吸收的机理尚不清晰。多数人认为这与移位的尖牙对邻近切牙产生机械性压迫有关。另外，阻生尖牙牙冠的位置也影响了切牙吸收率，即牙冠越近中移位，切牙牙根吸收率越高。另外，作者发现 210 例上颌阻生尖牙中 27 例牙滤泡的直径为 3.2 ~6.7mm，表明这些病例存在含牙囊肿形成的可能。因此，我们建议对阻生尖牙，尤其那些严重移位、可疑牙根吸收或含牙囊肿形成的病例常规行 CBCT 检查（图 2-17）。

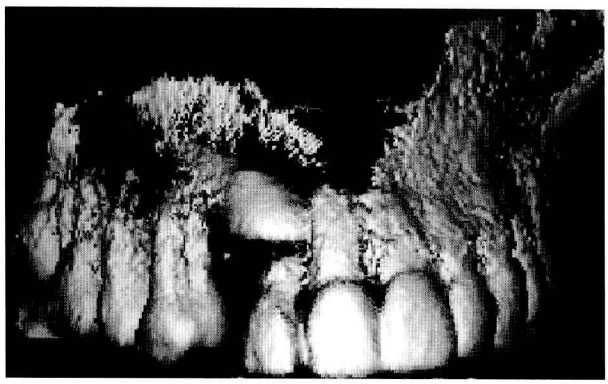
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



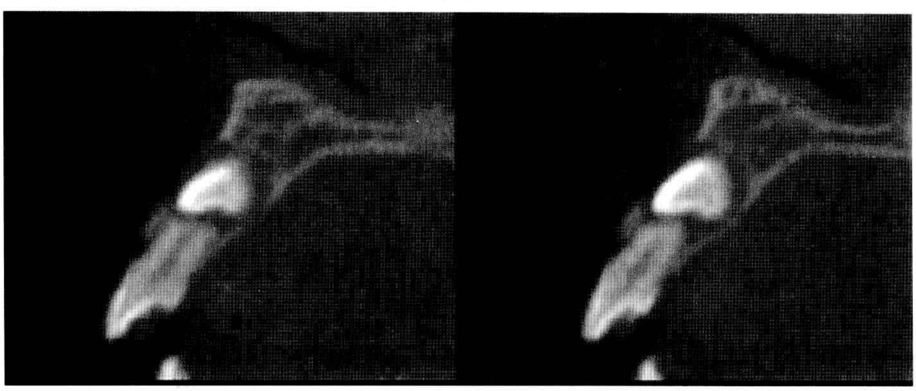
（1）



（2）



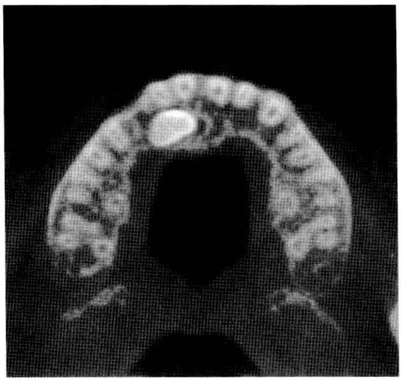
（3）



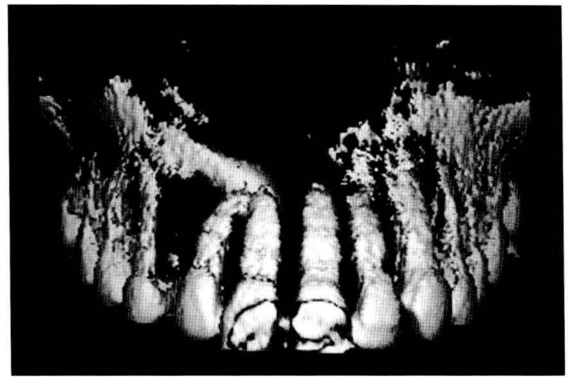
（4）

图 2-11　右上颌阻生尖牙

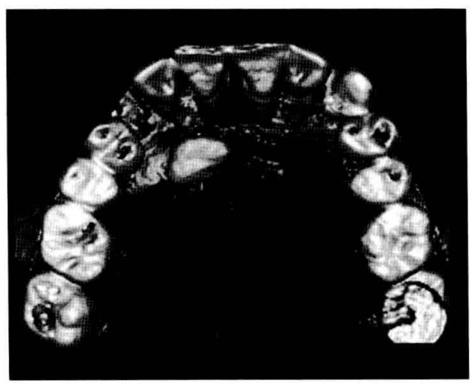
（1）曲面体层片示右上颌尖牙近中倾斜阻生，冠位于侧切牙根尖上方；（2）CBCT 轴位片示右上颌尖牙近中倾斜阻生，牙尖紧贴中切牙；（3）CBCT 三维图像显示尖牙阻生，牙尖位于侧切牙根方略偏唇侧；（4）CBCT 矢状位片示中切牙根尖 1/3 外吸收，上方可见尖牙牙冠



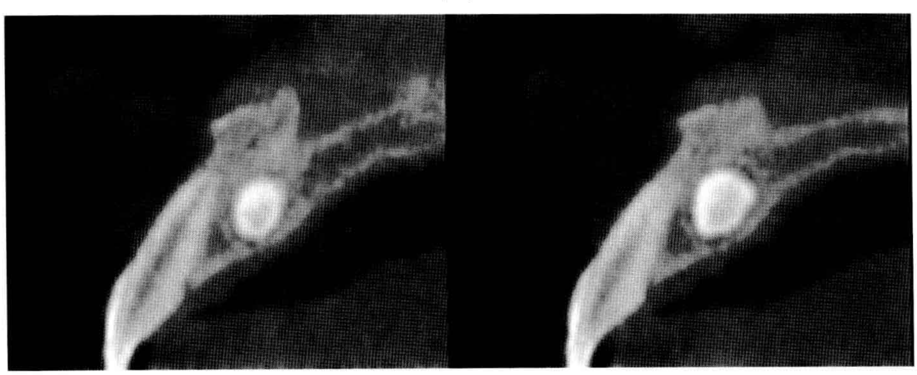
（1）



（2）

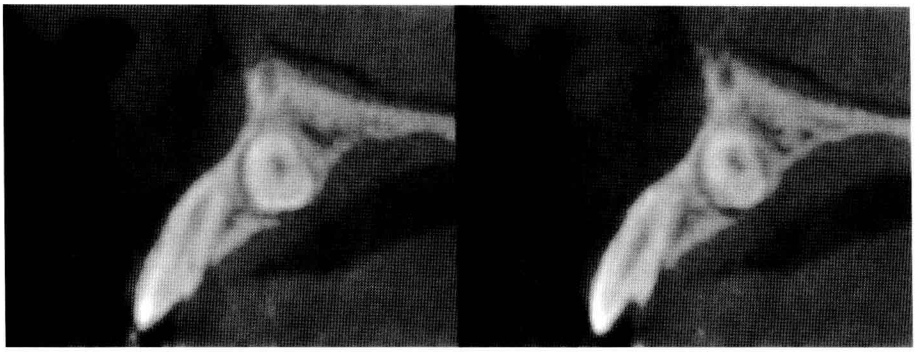


（3）



（4）

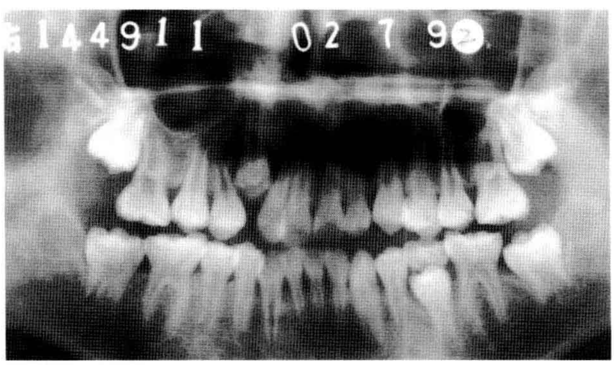
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



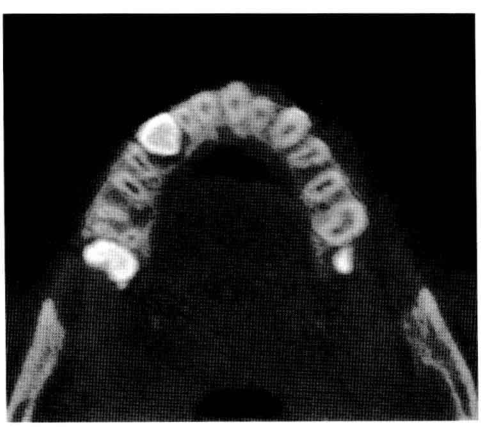
（5）

图 2-12　右上颌阻生尖牙

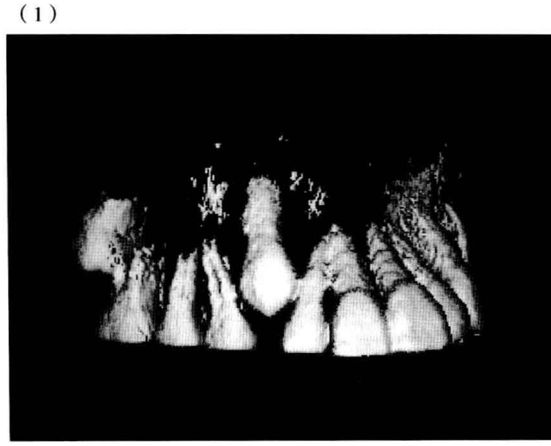
（1）CBCT 轴位片示右上颌尖牙近中阻生，冠位于中切牙及侧切牙腭侧；（2，3）CBCT 三维图像显示右上颌尖牙近中腭侧阻生；（4）CBCT 矢状位片示阻生尖牙牙冠位于中切牙牙根之腭侧；（5）CBCT 矢状位片示阻生尖牙牙冠位于侧切牙根尖腭侧



（1）



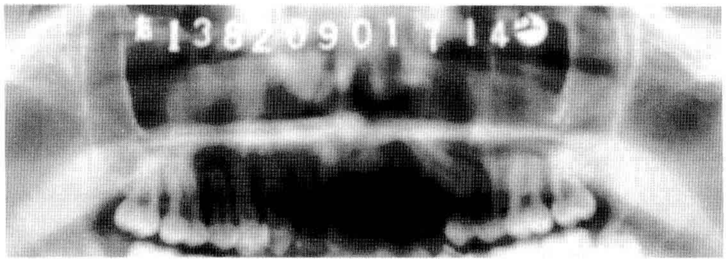
（2）



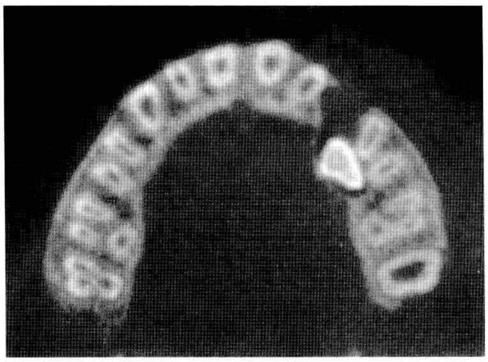
（3）

图 2-13　右上颌尖牙原位阻生

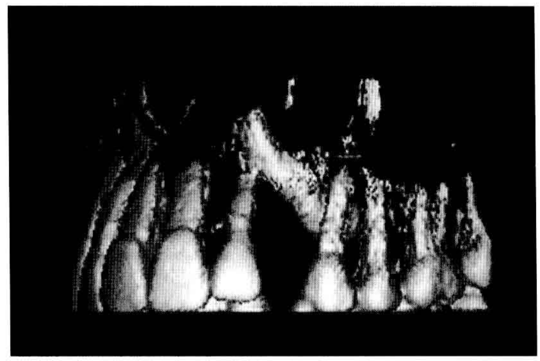
（1）曲面体层片示右上颌尖牙阻生，但仍位于侧切牙与第一前磨牙之间；（2）CBCT轴位片示尖牙牙冠位于侧切牙与第一前磨牙牙根之间；（3）CBCT 三维图像示右上颌尖牙原位阻生



（1）



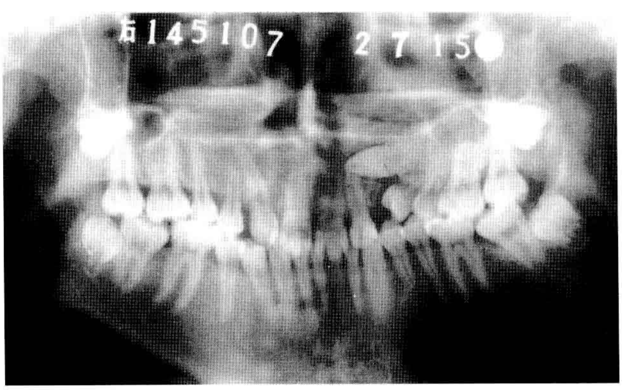
（2）



（3）

图 2-14　左上颌尖牙远中倾斜阻生

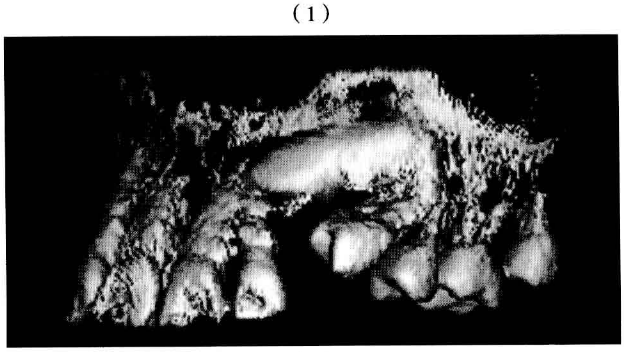
（1）曲面体层片示左上颌尖牙远中倾斜阻生；（2）CBCT 轴位片示左上颌尖牙牙冠位于前磨牙腭侧；（3）CBCT 三维图像显示左上颌尖牙远中腭侧阻生



（1）



（2）

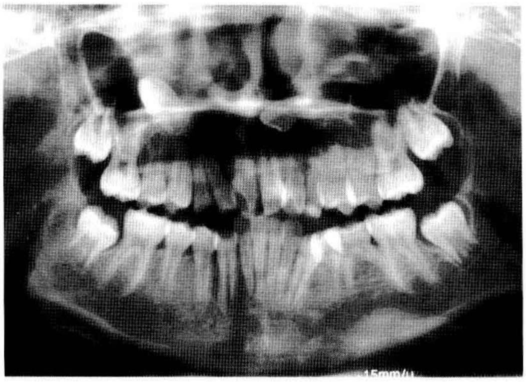


（3）

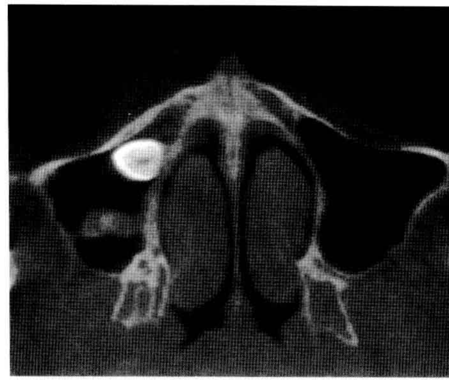
图 2-15　左上颌尖牙近中水平阻生

（1）曲面体层片示左上颌尖牙近中阻生，牙长轴与殆平面近乎平行；（2）CBCT 轴位片示尖牙近中阻生，牙冠根大部可在断面上显示；（3）CBCT 三维图像示左上颌尖牙近中水平阻生，伴左侧前磨牙近中倾斜

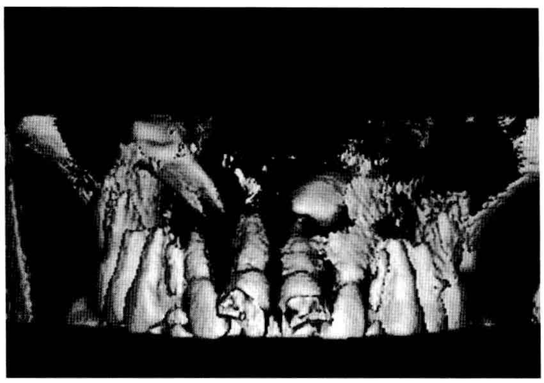
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



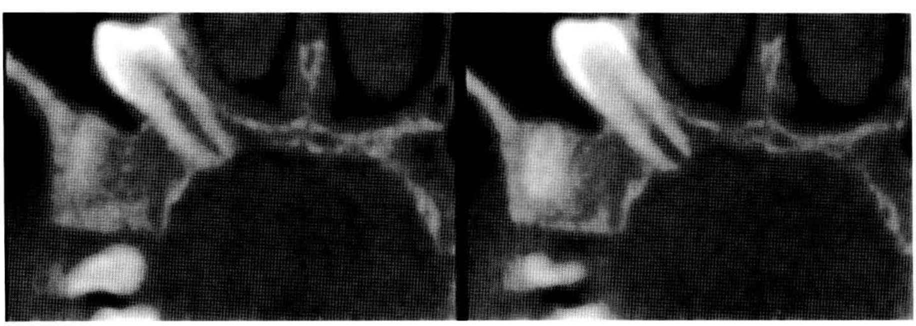
(1)



(2)



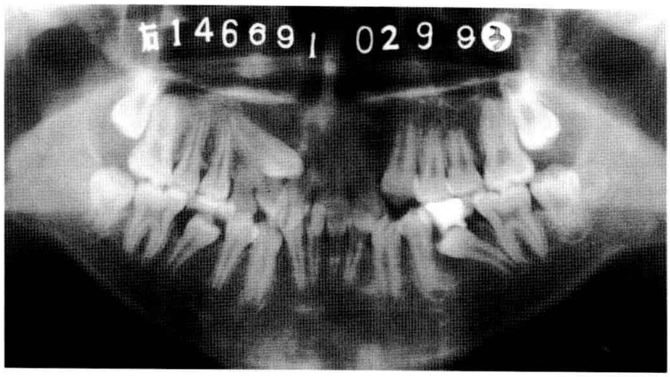
(3)



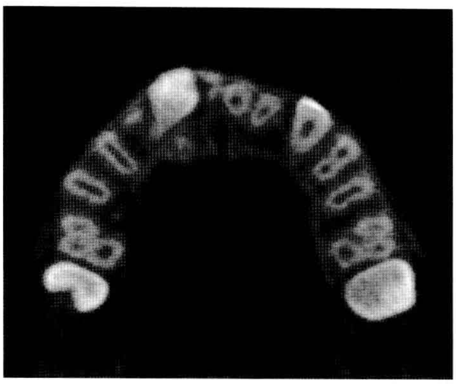
(4)

图 2-16　双侧上颌尖牙阻生

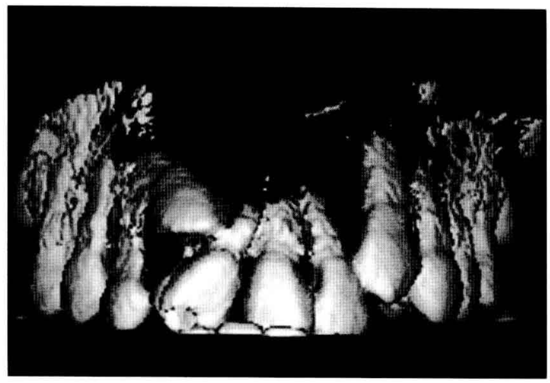
(1) 曲面体层片示双侧上颌尖牙阻生，右侧为倒置阻生，左侧为近中倾斜阻生；(2) CBCT 轴位片示右上颌尖牙牙冠位于上颌窦影像内；(3) CBCT 三维图像示双侧尖牙阻生，右侧尖牙倒置且略偏远中，左侧为近中唇侧阻生；(4) CBCT 冠状断层片示右侧尖牙倒置阻生，冠位于窦腔影像内，根尖位于腭部



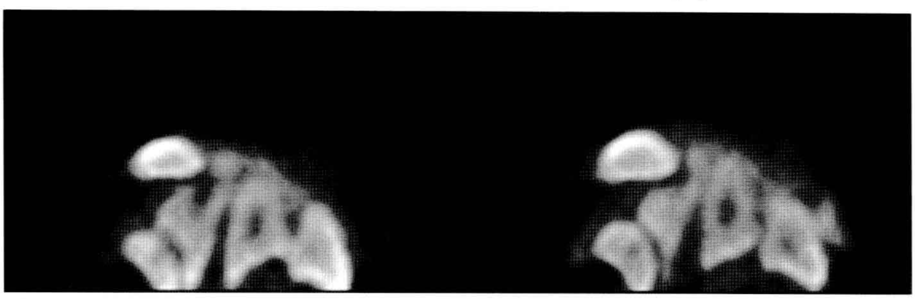
(1)



(2)



(3)



(4)

图 2-17　尖牙阻生致切牙外吸收

(1) 曲面体层片示右上颌尖牙近中倾斜阻生，牙尖与右上颌中切牙根侧面相抵，该牙牙根侧面外吸收；(2) CBCT 轴位片示右上颌尖牙近中唇侧阻生，致上颌中切牙根侧面外吸收；(3) CBCT 三维图像；(4) CBCT 冠状位片示上颌中切牙被尖牙牙尖压迫外吸收，穿髓

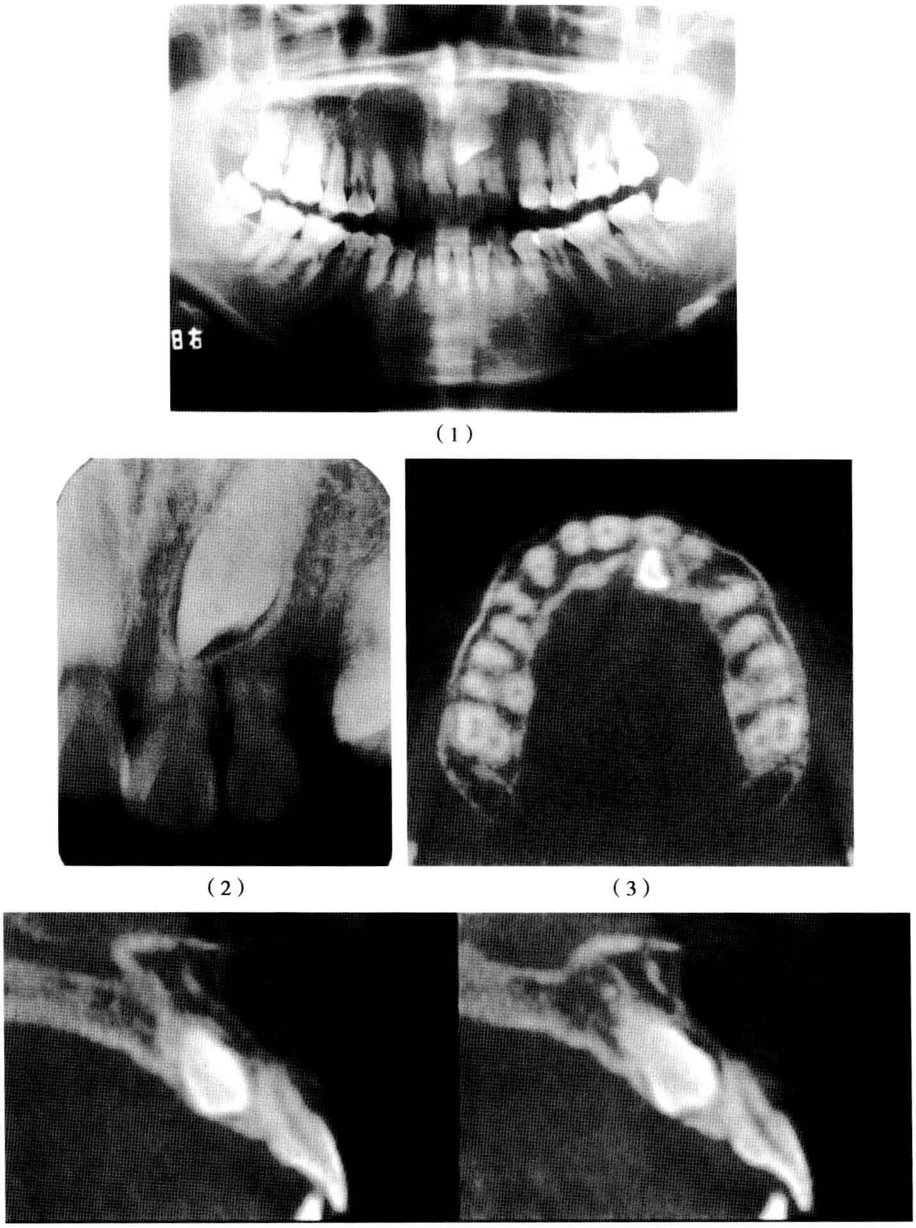
阻生尖牙的治疗应基于对患者年龄、口腔健康状况、阻生类型、牙列拥挤程度、切牙外吸收及含牙囊肿形成等因素的分析。处理方法包括观察、诱导性拔牙、手术暴露与正畸牵引、自体移植甚至拔除等。对于 10～13 岁的患者，若牙列间隙充分，Ericson and Kurol 建议拔除滞留乳牙以矫正腭侧阻生尖牙。有些患者若乳尖牙滞留且不存在牙列畸形，可单纯观察。水平与倒置阻生尖牙代表着严重的垂直向萌出异常，多数情况下需拔除，若远离牙列也可考虑留在原处。近中唇向阻生和近中腭向阻生若单纯诱导性拔牙无效可将尖牙暴露并采用正畸的方法将其牵引至正常位置。远中阻生尖牙也可参考近中阻生牙的方法予以处置，区别仅为牵引力的

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

方向不同。对于那些需暴露或拔除的阻生尖牙来说，CBCT 所提供的精细图像可帮助外科医师选择适当的手术入路，术中尽早识别阻生牙，并尽量减少手术对周围软硬阻生的损伤。

（三）其他影像学表现

对阻生尖牙定位诊断的普通影像学手段包括根尖片、咬合片、曲面体层片及头影测



(1)　(2)　(3)　(4)

图 2-18　左上颌尖牙阻生

(1) 曲面体层片示左上颌尖牙近中阻生，但不能反映牙冠与切牙的唇腭向关系；(2) 根尖片可见尖牙阻生，侧切牙根短小；(3) CBCT 轴位片示左侧尖牙位于中切牙腭侧；(4) CBCT矢状位片示尖牙冠位于中切牙腭侧；中切牙牙根基本完整，但较短

量片。由于头面部软硬组织的重叠，采用这些手段获得的关于牙的角度及其与周围硬组织关系的信息常不够精确。基于此，有些作者采用传统医用 CT 进行阻生牙的定位诊断并分析切牙外吸收情况。但是医用 CT 扫描辐射剂量大且费用高，限制了其在此领域的应用。临床上，一般把根尖片或曲面体层片作为观察上颌阻生尖牙的基本片位，可反映阻生牙的近远中向及冠根向位置；然后根据情况行 CBCT 检查，进一步观察其唇腭向位置及邻近牙列情况。根据这些影像学表现，决定采用拔除或正畸牵引治疗（图 2-18）。

三、阻生上颌中切牙定位

（一）概述

上颌中切牙埋伏阻生虽较尖牙阻生少见，但其发生于替牙䦂早期，可伴发邻牙倾斜、扭转等，常给儿童或家长造成较大的心理压力，且经常成为就医的基本原因。其病因可能包括多生牙、牙瘤、乳牙根尖病变、乳牙早失或乳牙外伤等。切牙的阻生可存在唇腭向、近远中向及冠根向的变异。影像学检查是选择治疗方法的前提，检查目的包括观察阻生牙方向、牙根情况及伴发病变。传统方法包括根尖片、咬合片、曲面体层片及头颅侧位片等，CBCT 的应用大大提高了阻生切牙定位诊断的水平。治疗首先要去除病因，包括拔除滞留乳牙或多生牙及切除牙瘤等，然后根据切牙阻生方向、牙根弯曲程度及邻牙情况选择治疗方法，包括拔除或外科与正畸联合治疗。

（二）CBCT 表现

张万林等分析了 125 枚上颌埋伏中切牙 CBCT 表现，根据埋伏牙的形态、位置、朝向以及与邻牙的位置关系，将上颌阻生中切牙归纳为以下四种基本类型。

1. 后翻型　阻生的上中切牙沿长轴方向向后上方旋转，致使牙冠及部分牙根舌侧面朝前方或前上方。多数伴有根弯曲畸形，且伴有根发育细小，甚至未发育；此类型牙体均偏向唇侧（图 2-19）。

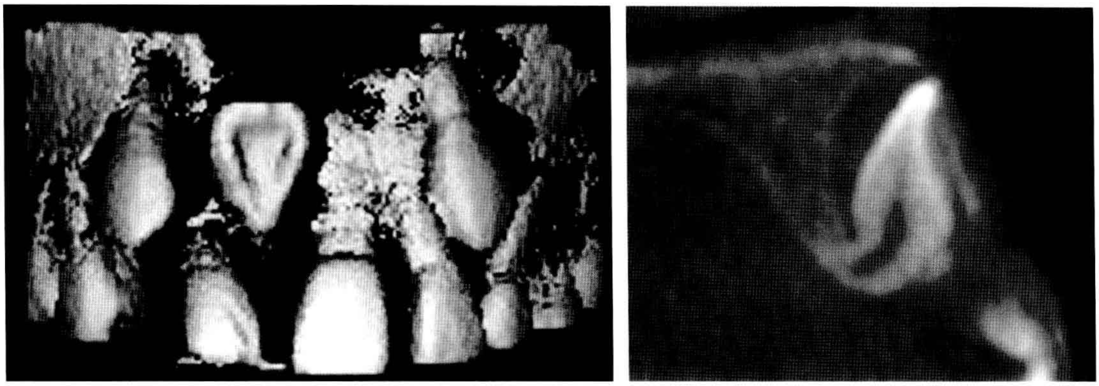
2. 后钩型　阻生的上中切牙为弯曲畸形牙，牙冠钩向后下方使得舌侧窝朝向后上方，冠根大部位于牙列舌侧，弯曲部略偏唇侧（图 2-20）。

3. 后前水平型　阻生的上中切牙长轴与䦂平面大致平行，牙冠向前位于唇侧，根尖位于舌侧；形态基本正常（图 2-21）。

4. 高位型　阻生的上中切牙长轴与牙列平行或近远中向倾斜，位置较高，多与牙列重叠；多偏唇侧；形态大多正常（图 2-22）。

上述分类基本概括了上中切牙阻生的各种变异，对治疗方法的选择有一定的指导意义。前两型阻生牙多伴发牙根重度弯曲，故多采取拔除的方法。亦有文献报告采用手术联合正畸治疗的方法可获得较好的效果，但治疗后应较长期随访，即使患牙在患儿成年后丧失，亦可选择种植或修复的办法补救。后两型牙体形态多大致正常，可在去除阻生因素后观察，必要时辅以正畸治疗，多可达到较好的效果。

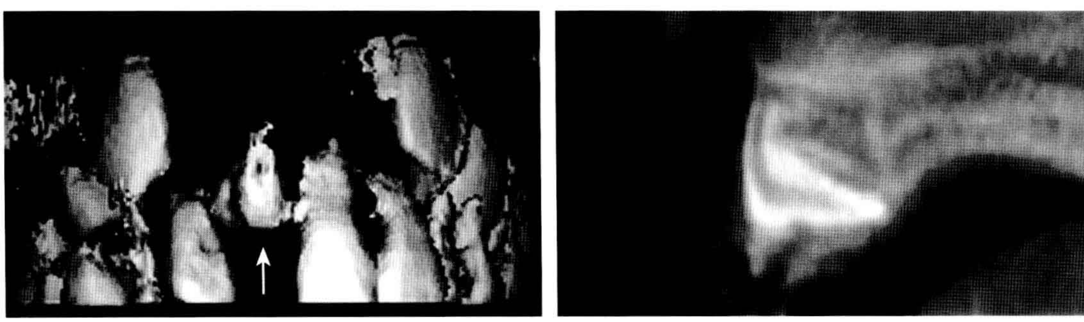
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



（1）　　　　　　　　（2）

图 2-19　右上中切牙后翻型埋伏阻生

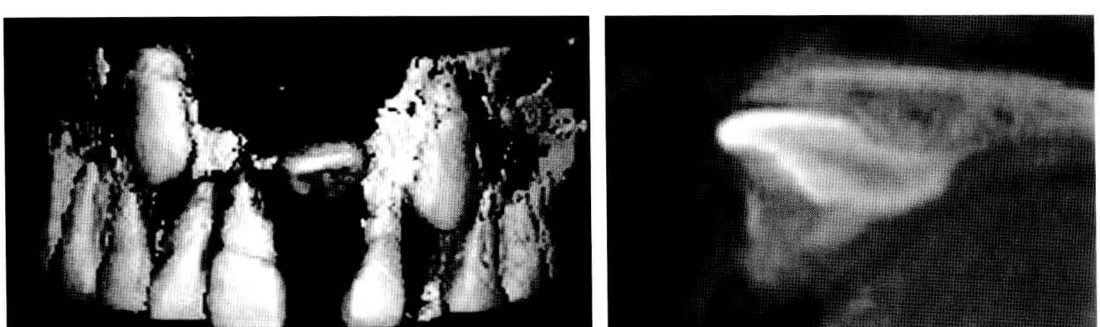
（1）CBCT 三维图像示牙冠向后上方翻转，牙冠舌侧面朝唇侧；
（2）CBCT 矢状位片示阻生切牙牙根弯曲细小



（1）　　　　　　　　（2）

图 2-20　右上颌中切牙后钩型埋伏阻生

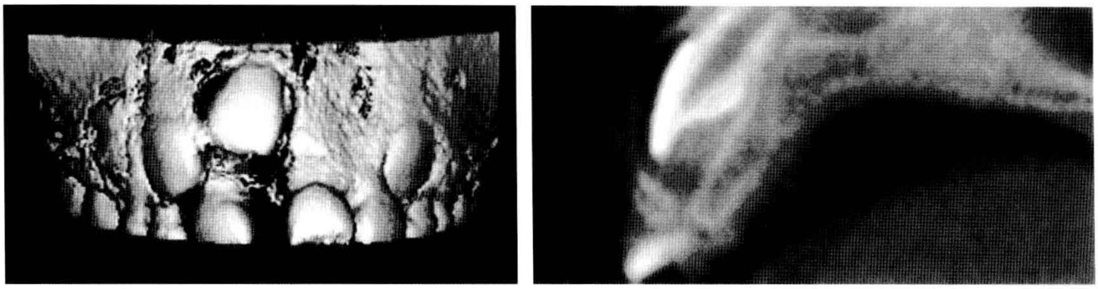
（1）CBCT 三维图像示右上颌中切牙牙冠钩向后下方，根尖偏向唇侧（↑）；
（2）CBCT 矢状位片示阻生切牙牙冠与牙根形成直角，冠冲向腭侧



（1）　　　　　　　　（2）

图 2-21　左上颌中切牙后前水平型阻生

（1）CBCT 三维图像示左上颌中切牙牙冠水平向，冲向唇侧；（2）CBCT
矢状位片示阻生切牙牙体形态大致正常，牙长轴呈水平向



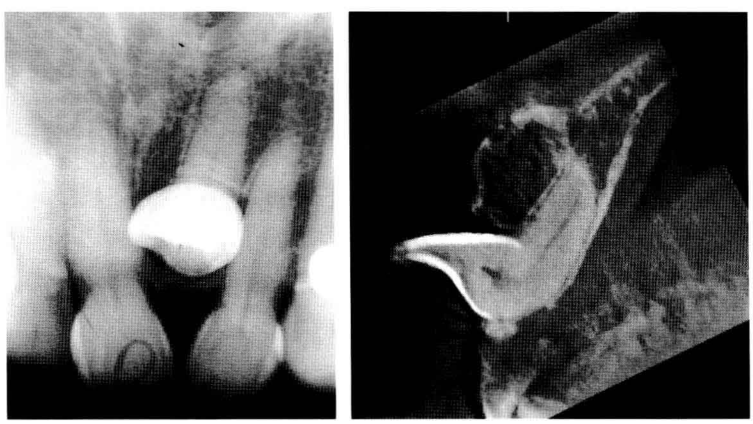
（1） （2）

图2-22 右上颌中切牙垂直高位阻生

（1）右上颌中切牙牙冠位于邻牙牙根部，萌出间隙不足；（2）CBCT矢状面片示阻生中切牙，冠周隙增大

（三）其他影像学表现

根尖片、咬合片、曲面体层片及头颅侧位片均可用于上颌阻生中切牙定位诊断，但均主要提供患牙的二维信息，难以满足临床诊疗的需要。一般将根尖片或曲面体层片作为观察上颌阻生切牙的基本片位，而头颅侧位片可用于观察患牙唇腭向倾斜情况（图2-23）。



（1） （2）

图2-23 上中切牙阻生

（1）X线根尖片示左上颌中切牙阻生，根弯曲，但无法判断冠部唇舌向位置；（2）CBCT矢状位显示左上颌中切牙呈后翻形阻生

四、下颌阻生智牙定位

（一）概述

下颌第三磨牙约52.3%阻生，29.9%正常萌出，17.8%先天缺失。根据下颌第三阻生

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

磨牙(impacted mandibular third molar,IMTM)的方向可分为正位阻生、近中倾斜阻生、水平阻生、倒置阻生及颊舌向阻生;根据其阻生深度可分为高位阻生、中位阻生或低位阻生;与下颌管的关系可为不接触或密切接触;邻牙可发生外吸收。下颌阻生第三磨牙常需拔除,术中下牙槽神经损伤率为 0.4% ~9.8%。从局部解剖因素看,IMTM 邻近下颌管甚至突破下颌管壁是损伤下牙槽神经的解剖学基础。根尖片及曲面体层片是 IMTM 拔除术前常用 X 线检查手段,可观察阻生牙的方向、深度及其与下颌第二磨牙和下颌管的关系。但上述片位均为二维图像,往往因为组织重叠而难以准确反映这些信息,特别是阻生牙颊舌向位置及与邻牙或下颌管的关系。

(二) CBCT 表现

CBCT 可精细显示 IMTM 与下颌管壁的关系,包括颊舌向位置、有无骨间隔(图 2-24 ~ 图 2-26)等,以预测术中损伤下齿槽神经的可能性;同时可反映下颌第二磨牙是否存在外吸收,这对手术设计及减轻手术并发症具有重要意义。陈全等对与下颌管影像重叠或有较大范围接触的 IMTM 病例 84 例(126 侧)行 CBCT 扫描,以 CBCT 图像作为金标准评价曲面体层片对判断 IMTM 与下颌管位置关系的诊断价值。结果表明,CBCT 显示在 126 侧 IMTM 中,下颌管壁被突破而表现为不完整者 66 侧(52.4%),下颌管完整者 60 侧(47.6%)。多元二项 *Logistic* 回归分析结果表明,与下颌管壁不完整相关的曲面体层片影像学征象中,以下颌管壁骨白线中断和牙周影像改变的统计学意义最明显。Ghaeminia 等比较 53 枚 IMTM 的曲面体层及 CBCT 图像,以术中下齿槽神经暴露情况作为金标准,指出 CBCT 在预测下齿槽神经暴露方面的敏感度与特异度比曲面体层片无显著性优势。但 CBCT 提

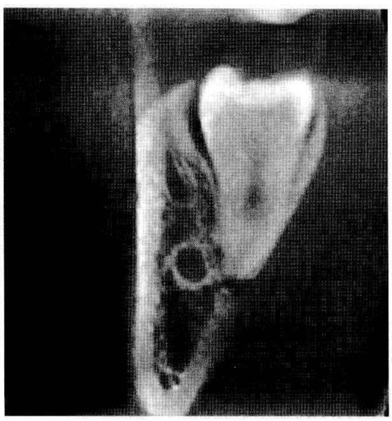


图 2-24　CBCT 冠状位片示 IMTM 根尖位于下颌管之舌侧,中间有明显骨间隔



图 2-25　CBCT 冠状位片示 IMTM 根尖位于下颌管之颊侧,中间无明显骨间隔



图 2-26　CBCT 冠状断层片示 IMTM 根尖进入下颌管

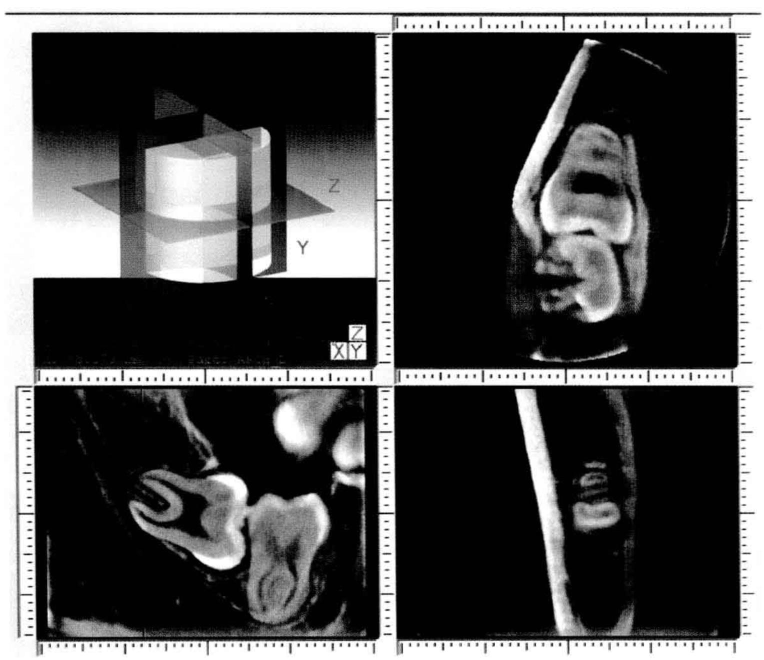
供的冠状位图像反映了牙根与下颌管的颊舌向关系，这有利于术中采取适当措施，以减少损伤下齿槽神经的风险。

（三）其他影像学表现

根尖片及曲面体层片是 IMTM 拔除术前常用的普通 X 线检查手段，可观察阻生智牙的方向、深度及与下颌第二磨牙和下颌管的关系。根尖片由于胶片安放困难，有时难以观察到近中阻生牙根尖区，甚至难以完成投照；此外，由于投照角度的影响，对解剖细节的观察失真亦较大。曲面体层片可同时反映双侧阻生智牙及邻近牙列与颌骨的解剖结构，可用于复杂病例的常规检查。普通 X 线片上阻生智牙与下颌管的关系可分为无接触、点状接触或部分重叠。对于存在部分重叠的患牙需 CBCT 进一步检查。普通 X 片判断 IMTM 与下颌管位置关系较为密切的 X 线片征象主要有以下三类：①密度改变，如横过牙根的密度减低带及局部牙根密度减低等；②形态改变，如牙根弯曲、下颌管弯曲、下颌管变窄、双根尖影等（图 2-27）；③边缘改变，如下颌管上壁骨白线中断及牙根变窄影像等（图 2-28）。



（1）



（2）

图 2-27　右下颌近中水平阻生智牙

（1）曲面体层片（局部）示右下颌第三磨牙近中水平阻生，近中牙根部位下颌管狭窄，管上壁骨白线不连续；（2）CBCT 矢状位及冠状位片示牙根部分进入下颌管，第二磨牙未见明显外吸收

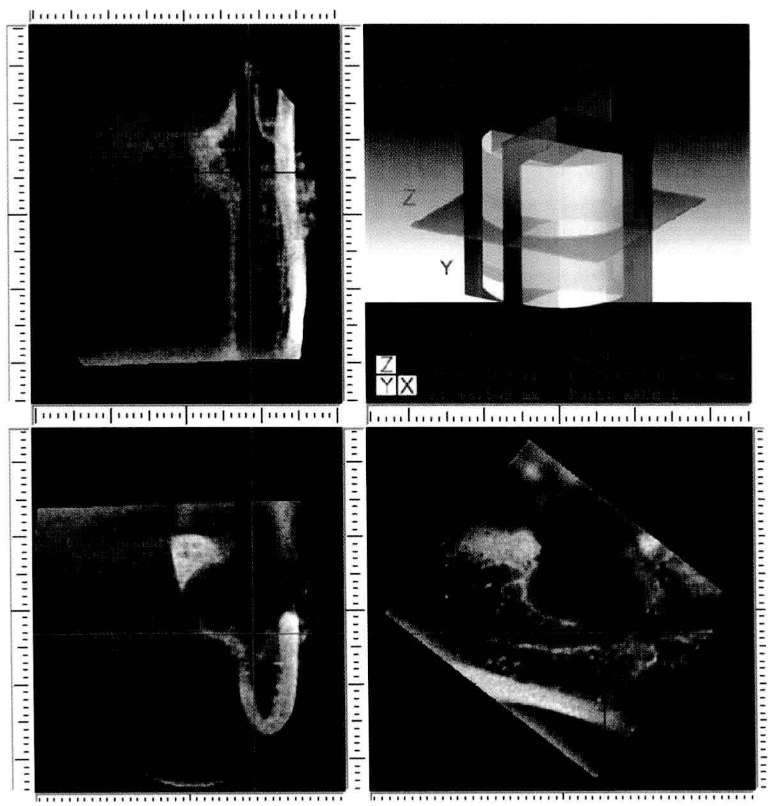
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



（1）



（2）



（3）

图 2-28　左下颌阻生智牙拔除后下唇麻木

（1）曲面体层片示左侧 IMTM 低位水平阻生；（2）曲面体层片示阻生牙已被拔除；（3）CBCT 图像示下颌管上壁不连续

五、牙髓及根尖疾病

（一）概述

牙髓病包括牙髓充血、牙髓炎、牙髓变性、牙内吸收及牙髓坏死。普通X线检查仅对牙内吸收和牙髓变性中的牙髓钙化有诊断价值。根尖周病指根尖及其周围组织所发生的病变，包括根尖周炎、致密性骨炎、牙骨质增生及牙骨质结构不良等。X线检查对根尖周病的诊治十分必要，能确定病变的范围及性质，有助于治疗方案的制定。对上述疾病的治疗，均需要仔细分析患牙的解剖结构，包括根管解剖、牙根内外吸收、侧穿、牙根折裂或牙骨质情况等（图2-29）。同时还可观察根周骨质情况，包括根尖区骨破坏情况（破坏范围及局部骨密度）、骨皮质连续性、与上颌窦（图2-30）或下颌管（图2-31）的关系等。普通根尖片即使采用平行投照或偏移投照技术，有时也难以显示这些信息。CBCT辐射剂量相对较小，空间分辨率高，可三维观察，这些优点利于其在牙髓、根尖疾病中的应用，特别是用于疑难疾病的术前诊断和随访观察。

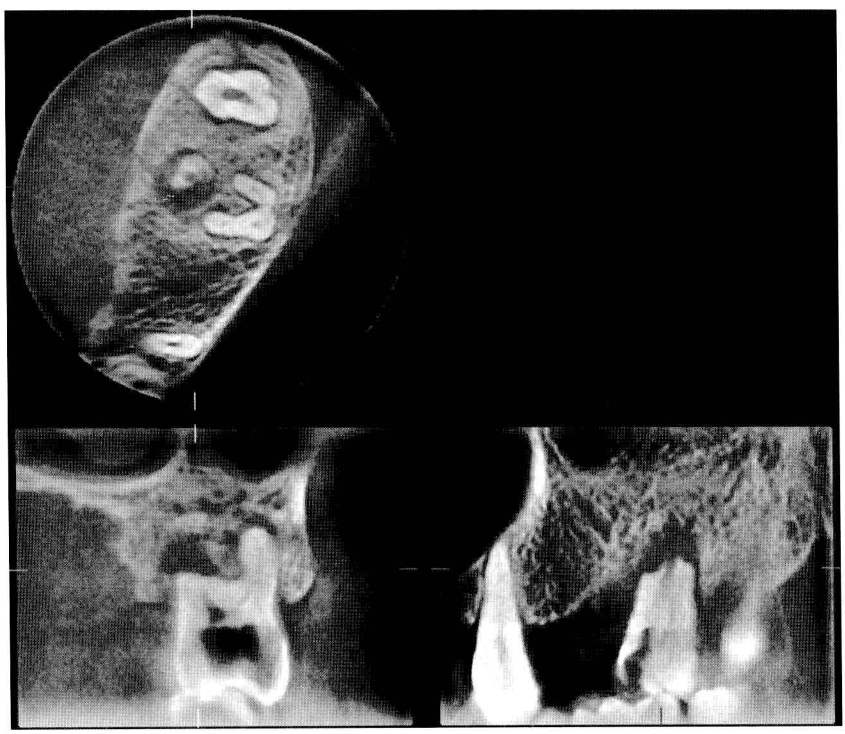


图2-29　左上颌第二磨牙腭根外吸收，近中颊根为双根管

（二）CBCT表现

CBCT在牙髓、根尖疾病诊断中的应用主要包括观察根管系统解剖及根尖周骨质情况。Filbo等采用体外研究、临床研究及CBCT三种方法分析了上颌第一磨牙的根管解剖。体外

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

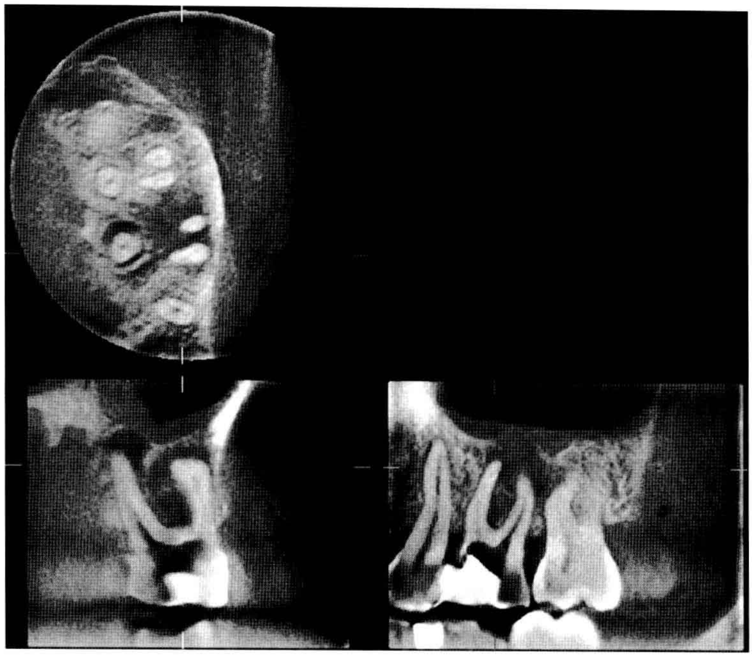


图 2-30 左上颌第一磨牙根尖周炎，三根尖周均可见低密度改变，且相应窦底骨壁轻度吸收、上移

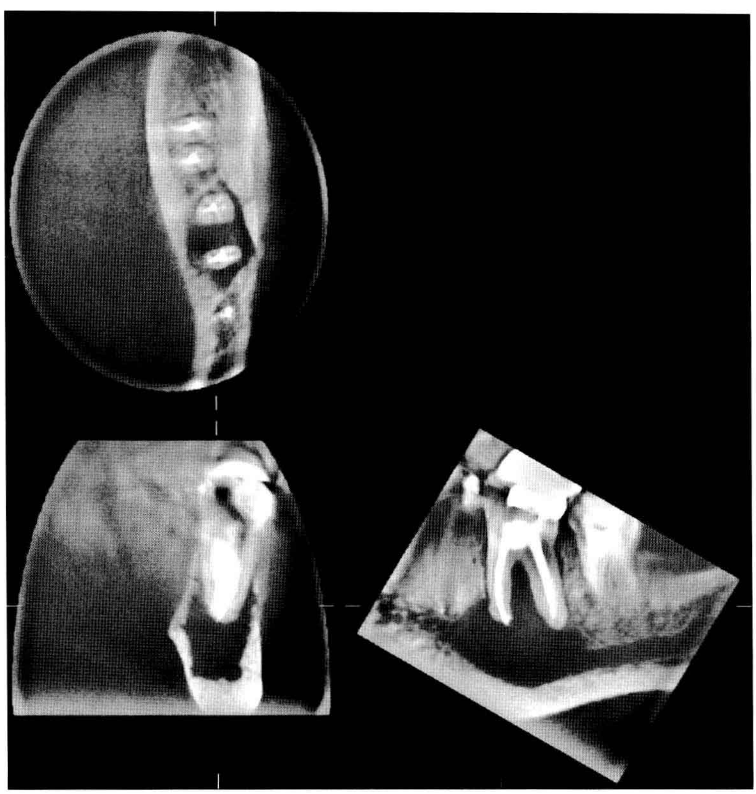


图 2-31 左下颌第一磨牙根尖病变，累及下颌管

研究表明 140 颗离体牙中 67.12% 存在第四根管，其中 1 例有 7 个根管；存在第四根管的磨牙中 92.85% 第四根管位于近中颊根。临床研究表明 53.26%、0.35% 及 0.35% 的磨牙分别存在 4、5 与 6 个根管，并且 95.63% 发生在近中颊根。CBCT 研究表明 1.85%、37.05% 及 1.85% 的磨牙分别存在 2、4 或 5 个根管。CBCT 及手术显微镜对于变异根管的发现和定位具有重要意义，CBCT 可用于对变异根管的初步观察。Tu 等分析了 123 例中国台湾人的下颌第一磨牙 CBCT 图像，结果表明 33.3% 的患者存在远中舌根，53.6% 的患者左右侧磨牙根管形态不对称，右侧下颌第一磨牙较左侧有远中舌根的比率高。Matherne 以 CBCT（i-CAT）研究了 72 颗离体牙的根管解剖，并与 CCD（charged coupled device）及 PSP（photostimulable phosphor plate）采集的数字化根尖片图像比较。结果表明数字牙片上约 40% 的患牙至少有 1 个根管不能识别。CBCT 对于上颌磨牙、下颌前磨牙及下颌切牙分别可识别 3.58、1.21 及 1.5 个根管。CCD 数字牙片对于上颌磨牙、下颌前磨牙及下颌切牙分别可识别 3.1、1.0 及 1.0 个根管；PSP 数字牙片对于上颌磨牙、下颌前磨牙及下颌切牙分别可识别 3.0、1.1 及 1.3 个根管。该作者指出单纯依赖数字牙片进行根管治疗将会低估对根管数目的判断，导致根管遗漏。

CBCT 可精确地分析根管充填物距根尖孔的距离，这对于研究根管治疗的疗效具有重要意义。Moura 等采用根尖片及 CBCT 分析了 503 个行根管治疗患牙的图像。结果表明在根尖片上，前牙、前磨牙及磨牙中根管封闭剂长度比牙根长度短 1～2mm 的病例分别占 88%、89.3% 及 95%；而在 CBCT 图像上前牙、前磨牙及磨牙中根管封闭剂长度比牙根长度短 1～2mm 的病例分别占 70%、73.7% 及 79%。磨牙存在根尖周炎的比例较其他牙位大，CBCT 检出根尖周炎的比例大于根尖片。CBCT 对于根尖病变观察的精确度高于根尖片或曲面体层片。Estrela 等分析 1508 颗牙齿的 CBCT、根尖片及曲面体层片。采用 Ørstavik 等提出的根尖病变指数分析根尖病变情况：①根尖正常；②骨结构轻度改变；③骨结构改变伴轻度脱矿；④边界清楚的根尖透影性改变；⑤边界模糊的进行性根尖周病变。结果显示 CBCT、根尖片及曲面体层片分别可在 63.3%、35.3% 及 17.6% 的病例中检出根尖病变。以 CBCT 作为金标准，则根尖片可发现 54.5% 的根尖病变，而曲面体层片仅可发现 27.8% 的根尖病变。Estrela 等还基于 CBCT 的线距测量功能将根尖病变指数进行了改良，分为 6 级：0 级，根尖结构正常；1 级，根尖透影区为 0.5～1mm 大小；2 级，根尖透影区为 1～2mm 大小；3 级，根尖透影区为 2～4mm 大小；4 级，根尖透影区为 4～8mm 大小；5 级，根尖透影区大于 8mm。另外，还要考虑根尖部密质骨膨隆及破坏这两个因素。CBCT 根尖病变指数的应用可提高根尖周炎的诊断精确度。

（三）其他影像学表现

目前，对牙髓、根尖疾病的影像学诊断仍首选根尖片，包括普通胶片根尖片及数字化根尖片。对一颗患牙的治疗需拍摄术前根尖片、术中根尖片、术后即刻根尖片及术后随访根尖片。拍摄技术包括分角线技术、平行投照技术及偏移投照技术。数字化根尖片是 20 世纪 80 年代末 90 年代初发展起来的一项新技术。与传统的胶片影像系统相比，数字化根尖片主要有以下特点：①减少了对患者的 X 线照射剂量；②提高了 X 线影像的成像速度；③可应用数字影像再处理技术提高图像质量；④节省了暗室和冲洗胶片用的化学制剂，减少了化学物品及来自于胶片上的金属汞等对环境的污染；⑤节省了档案的储存空间；⑥改变了影像资

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

料的传递方式。数字根尖片摄影系统有两类。一类是直接成像技术,也就是我们常说的DR(Digital Radiography)。这一技术需要有导线将图像接收器与电子计算机直接相连,图像在拍照后立即就可以显示在电脑显示器上。另一类是间接成像系统,也就是常说的CR(Computer Radiography)技术。这一技术是采用感光板(phosphor plate)作为图像接收器,需经专用激光扫描仪对曝光后的感光板进行扫描以后,才能在电脑显示器上成像。上述技术的应用,大大提高了图像质量及成像速度,使其在牙髓、根尖疾病的治疗及随访中发挥了更大的作用。但这些技术均为二维成像技术,对于存在复杂根管解剖及疑难根尖周炎的病例,往往需辅以CBCT技术进行观察,以提高此类疾病的诊治水平。

六、牙周炎牙槽骨吸收

(一) 概述

牙周炎是累及牙龈和牙周支持组织的慢性炎症性、不可逆性的破坏性疾病,是导致患者牙齿丧失的主要原因。牙周炎有多种分类方法。目前多倾向于将牙周炎分为慢性成人牙周炎、青少年牙周炎、快速进展性牙周炎及青春前期牙周炎。牙周炎的主要临床表现为牙龈炎症、牙周袋形成、牙槽骨吸收及牙松动。牙周炎主要X线表现为牙槽骨吸收,牙槽嵴顶及骨硬板模糊、消失,牙槽嵴高度降低。有些患者由于慢性炎症刺激和咬合创伤,可伴有牙周膜间隙增宽或缩窄、牙根吸收或牙骨质增生等。牙周炎所引起的牙槽骨吸收常表现为三种类型:牙槽骨水平型吸收、牙槽骨垂直型吸收及牙槽骨混合型吸收。牙槽骨吸收的程度可分为轻度、中度和重度。牙周炎常用影像学诊断手段包括根尖片、聆翼片和曲面体层片。

(二) CBCT及其他影像学表现

对牙周炎影像学检查的主要目是检测牙槽骨缺损的程度。一些学者对X线片检测牙槽骨缺损的体外研究表明大多数松质骨的模拟病变在X线平片上不能显示,除非密质骨广泛破坏或完全穿通。Benn指出现有的X线片测量技术测量1mm以下的牙槽骨缺损病变敏感度不够。近年来国内外一些学者对CBCT在评估牙槽骨状况的应用方面进行了体外研究,结果表明CBCT图像可显示更多潜在的牙槽骨缺损形态。Noujeim等在人类颌骨模拟相邻牙根间牙槽骨缺损,结果证实CBCT检测根间牙槽骨缺损的准确性比根尖片高。Misch和Vandenberghe等分别评价了CBCT体外检查牙周疾病的准确性,并与根尖片进行比较,结果显示所有的牙周骨缺损和根分叉病变都能通过CBCT得到明确诊断,而根尖片无法对颊舌侧病变进行检查,对垂直骨缺损和根分叉病变的漏诊率高达31%和42%。Mengel等对猪和人的下颌骨标本利用根尖片、曲面断层、传统医用CT和CBCT检查牙周骨缺损,并与组织学测量进行比较,结果显示传统医用CT和CBCT测量误差小于其他两种方法,而且CBCT影像质量最佳。从以上体外研究可以看出,CBCT可以用于骨缺损、根分叉病变的检查,并具有良好的准确性。在根分歧病变的研究方面,钟金晟对人干下颌骨的20颗磨牙的Ⅱ°根分叉病变进行CBCT扫描,比较CBCT测量数据与实际测量的差异,以图寻找对根分歧病变进行三维测量的可靠标志点,结果显示CBCT能够较准

确地提供根分叉病变的三维测量数据。

目前关于 CBCT 在体内用于牙周检查的研究较少，并且主要集中于病例报告。Ito 报告了 1 例进行牙周再生手术的患者，在术前和术后分别使用 CBCT 对患牙的牙周情况进行检查，结果显示 CBCT 可提供高质量的三维图像，以评价牙周骨缺损的形态和根分叉病变。Naitoh 利用同一种 CBCT 对患牙及周围牙槽骨情况进行三维成像，进而能够直观地显示整个骨袋病损。

CBCT 对于后牙牙槽骨缺损的观察精确度及可靠性较高，可用于复杂牙周炎病例的术前评估及术后随访观察（图 2-32）。但前牙区（尤其下颌切牙区）唇舌侧牙槽骨较薄，由于容积效应、射线束硬化伪影或金属伪影的干扰，对其骨量的观察存在一定的难度，其精确度有待进一步提高。

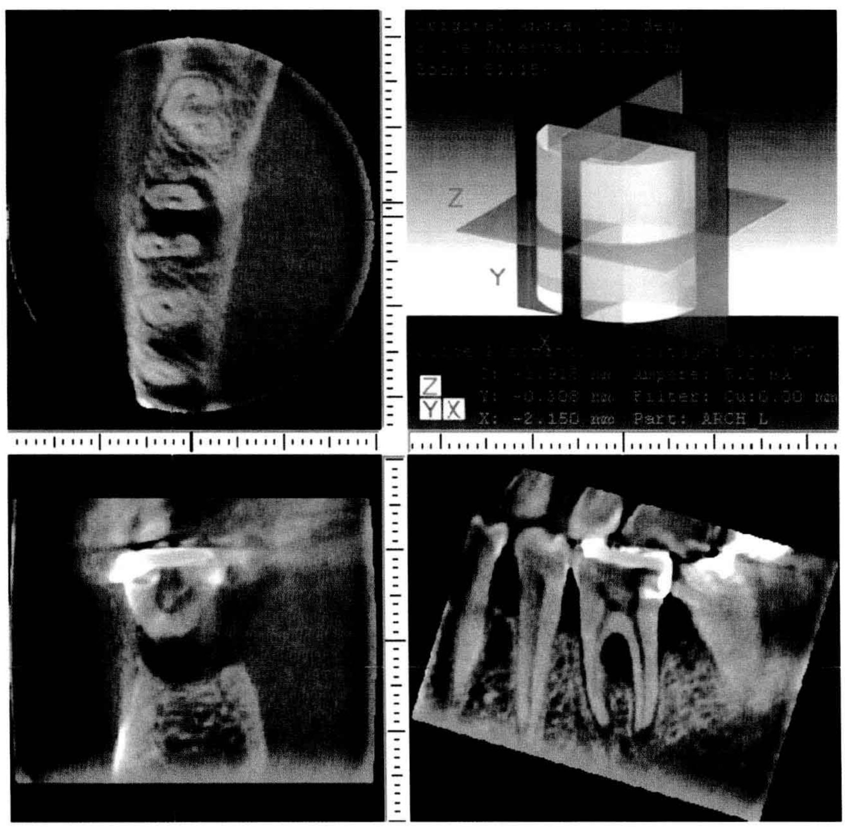


图 2-32　右下颌第一磨牙根分歧病变，颊舌侧贯通

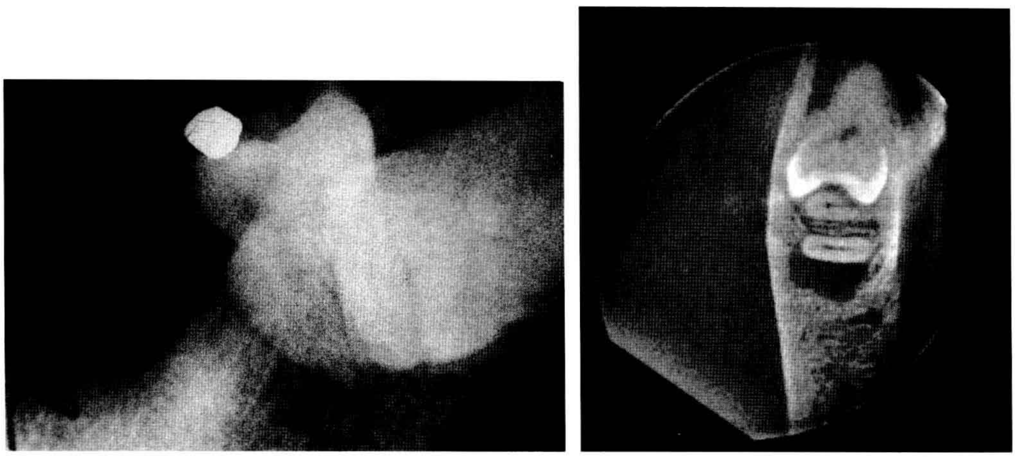
七、牙根外吸收

（一）概述

牙根吸收是由于多种原因引起破骨细胞或破牙本质细胞活跃，造成牙根硬组织不可逆

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

转的丧失。Tronstad 根据牙根吸收的起源部位将牙根吸收分为内吸收和外吸收，外吸收又可根据不同的临床表现分为炎症性外吸收、牙颈部外吸收和替代性外吸收。病理性牙根吸收的原因包括外伤、根尖周炎、含牙囊肿、肿瘤及特发性吸收等。牙根外吸收最终将导致牙齿的拔除。因此，早期发现牙根外吸收及明确病变范围对治疗方案的确定很有意义，并可减少严重并发症。牙根外吸收的诊断通常依赖于临床检查和 X 线检查。除非吸收范围大并伴感染，患牙通常没有临床症状，因此 X 线检查在牙根外吸收的诊断中尤为重要。根尖片是牙根吸收常用的检查方法，但影像的重叠降低了根尖片诊断牙根吸收的准确性，常低估吸收的发生（图 2-33）。



（1）　　　　（2）

图 2-33　左下颌第三磨牙阻生伴第二磨牙牙根外吸收

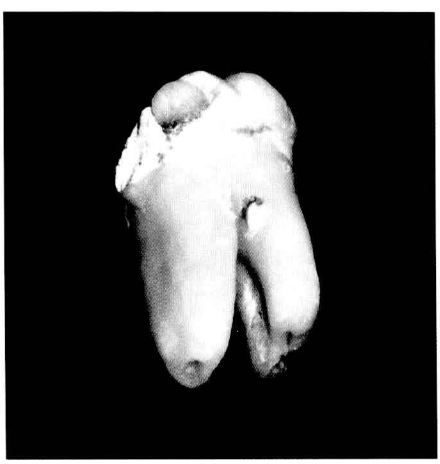
（1）根尖片示左下颌第三磨牙埋伏阻生，牙冠与第二磨牙重叠，无法判断是否存在外吸收；（2）CBCT 轴位片示下颌第二磨牙远中根颊侧外吸收

（二）CBCT 及其他影像学表现

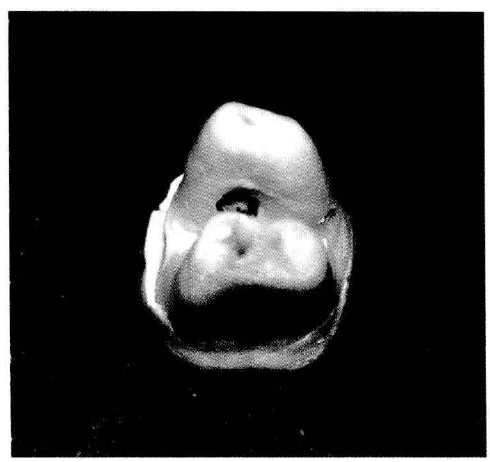
有报道指出根尖片识别牙根外吸收的假阴性率约 51.9%，假阳性率约 15.3%，尤其当病损位于颊侧或舌侧根面时，准确率更低。Ericson 等报道 33% 伴牙根吸收的上颌侧切牙在根尖片上表现为正常。而且，传统根尖片不能发现小于直径 0.6mm、深度 0.3mm 的缺损。CBCT 在很大程度上弥补了根尖片的缺点，能够显示病变的真实形态和部位，确定病变范围，并可发现先前未发现的吸收缺损。Estrela 等分析 48 例炎症性牙根吸收（inflammatory root resorption，IRR）患牙的根尖片与 CBCT 图像，将牙根外吸收根据其与牙根的位置关系分为根颈 1/3、根中 1/3 及根尖 1/3；根据发生的牙根面分为唇（颊）侧、舌（腭）侧、近中、远中及根尖部；根据吸收范围分为 5 度。结果表明根尖片可发现 68.8% 的 IRR，而 CBCT 片可发现 100% 的 IRR。可见 CBCT 对 IRR 的检出率明显高于传统根尖片（图 2-34）。



(1)



(2)



(3)

图 2-34　左下颌第一磨牙牙根尖外吸收

(1) CBCT 示左下颌第一磨牙牙根尖及远中根根颈 1/3 外吸收,相应根尖及根分歧处骨质呈低密度改变;(2,3) 拔除的离体牙,可见近远中根尖及远中根颈部外吸收

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

八、牙根折裂

（一）概述

牙根折裂指牙根部出现贯通髓腔和牙周膜的裂纹，病因尚不十分清楚，多发生于后牙，在临床上并不少见。尽管病史及临床所见可提示牙根折裂的存在，但常为非特异性，这给早期诊断及处理带来一定的困难。

目前关于非外伤性牙根折裂的定义存在分歧。欧美文献报道的根纵裂（vertical root fracture）多发生于进行过牙髓治疗的牙齿，又称"无髓牙根裂"，其发病多与侧向填压牙胶尖、桩钉修复等医源性因素有关。国内文献报道的根裂多发生在无龋、未行牙髓治疗的牙齿，又称"活髓牙根裂"（尽管一部分患牙在确诊时牙髓已坏死），即通常所说的牙根纵裂，它是指未经牙髓治疗的牙根部硬组织在某些致病因素作用下发生的平行于牙长轴的、沟通髓腔与牙周膜间隙的纵向裂纹。另外我国口腔放射诊断教材中，牙根折裂是指既无外伤史又无龋病、只发生于后牙牙根的一种特殊类型的折断，可以发生于牙根的任何部位。可表现为纵形、横形和斜形，以纵形多见。

造成牙根折裂的原因较多。首先，咬合创伤、咬合力过大是一个重要原因。磨牙在行使功能时承受最大的力量，造成牙体硬组织的磨耗，形成高陡的牙尖，咬合力通过牙根时产生的扭侧力导致牙根折裂。第一磨牙承受的咬合力最大，所以发病率最高。另一方面，创伤咬合力长期作用于牙根，使牙根发生根管内吸收和外吸收，从而导致牙根折裂。此外，牙根折裂的发生与牙根的解剖形态有关，研究发现颊舌向宽而近远中向窄且含有双根管的扁根易发生折裂；下颌磨牙近中根多为扁根双根管，所以折裂的发生率最高。除上述原因外，牙周炎使牙槽骨吸收，导致受力支点改变，也会导致牙根折裂。牙齿的增龄性变化使牙齿弹性降低，也增加了折裂的危险性。

牙根纵裂以后牙多见，单纯依靠临床检查进行诊断往往很困难，一般在拔牙后才被发现而确诊。患者多有自发痛（常因自发痛逐渐加剧，影响咀嚼和休息或突发剧烈疼痛就诊），同时伴有咬合痛（初期即感到患牙的殆面某一区域咬合痛，咬合无力，有浮起感）、冷热刺激痛或夜间痛等，患牙有松动浮起感，经对症处理欠佳，甚至无效。临床体征为患牙牙体色泽改变，无龋，无探痛，殆面某一牙尖区域有特别明显的叩击痛，触压酸胀不适；患牙可在某一方向发生明显松动，其他方向松动不明显；温度刺激痛反应剧烈；牙龈萎缩，患侧黏膜充血水肿，触压不适。对不明原因的牙髓炎、根尖周炎或单个牙牙周炎患者，特别是 30 岁以上的磨损后牙应考虑有否根折，探诊对部分裂缝达根分歧水平的病例有一定诊断价值。

普通根尖片对于牙根折裂的诊断有一定意义，但其为二维图像，往往受组织结构重叠或拍摄角度的影响而不能显示；且有时由于患牙折裂程度较轻，难以确诊。CBCT 提供的三维图像可较好地反映牙根及根周牙槽骨情况，对牙根折裂诊断的可靠性较高，且其敏感度明显优于根尖片。

（二）CBCT 表现

CBCT 因其空间分辨率较高，可三维观察，对于牙根折裂的诊断可提供较为精确的信

息。Hassan 等对 40 颗人工制成的牙根纵裂（vertical root fracture，VRF）患牙行根尖片检查及 CBCT 扫描，结果表明，根尖片发现 VRF 敏感度及特异度分别为 37.1% 与 95%；而 CBCT 检出 VRF 的敏感度及特异度分别为 79.4% 与 92.5%，CBCT 检出 VRF 的精确度明显高于根尖片。另外，Hassan 还分析了根管充填对于 VRF 检出的影响。结果表明根充物的存在降低了 CBCT 的特异度，但未明显影响其准确率。而对于根尖片，根充物的存在既降低了其敏感度，也对其准确率造成了影响。

作者等曾采用 CBCT（3DX Accuitomo，CBCT）对临床上怀疑牙根折裂的 398 颗患牙病例进行扫描，分析 CBCT 图像，将其诊断为根折明确存在（fracture definitely present，FDP）、可疑根折（fracture probably present，FPP）及未见根折（no visible fracture，NVF）三种。图像分析由两位有经验的口腔放射医师分别进行，并通过讨论对牙根折裂的诊断达成一致。牙根折裂的 CBCT 诊断标准为：CBCT 图像上存在低密度线状影，贯穿根髓与牙周膜或贯穿牙根断面；断端可以明显移位，也可没有明显移位；对于移位不明显者，CBCT 图像表现为至少连续两个层面上存在低密度折裂影，且该折裂影至少可在两个不同方位平面上显示，同时需排除邻近组织伪影的干扰（图 2-35）。结果显示 155 颗（39.0%）诊断为 FDP，14 颗（3.5%）为 FPP，229 颗（57.5%）为 NVF。155 颗诊断为 FDP 的患牙经随访折裂均存在；其中 60.0% 的患者年龄在 50～69 岁之间；107 颗为原发性根折，余 48 颗曾行根管治疗；上下颌磨牙最常发生，占 81.9%；上颌磨牙中 65.7% 的根折累及腭根（图 2-36），下颌磨牙中 84.2% 累及近中根（图 2-37～图 2-38）。

总之，CBCT 提供的三维图像可较好地反映牙根及根周牙槽骨情况，对牙根折裂诊断的

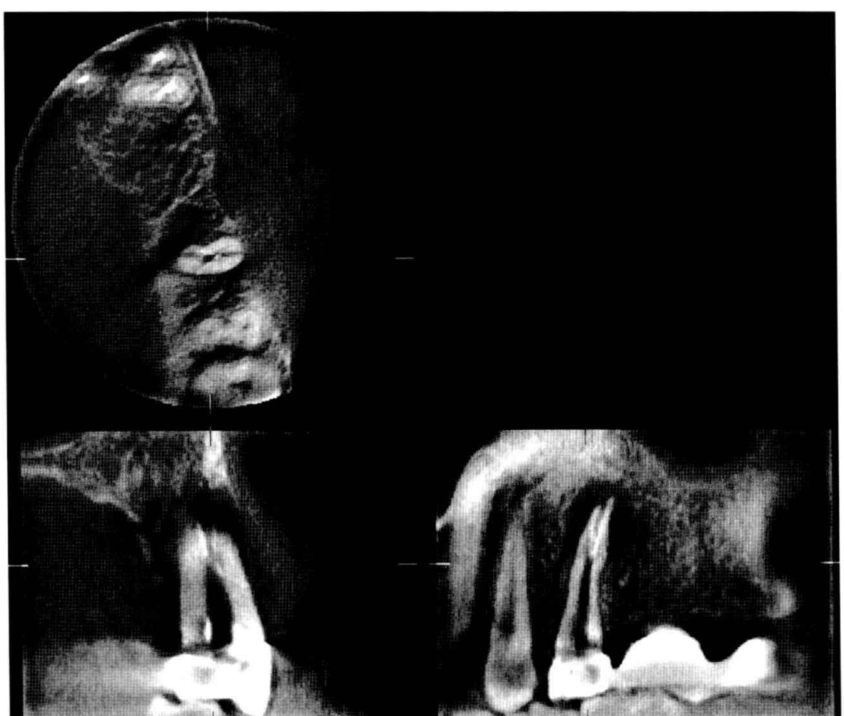


图 2-35　左上颌第二前磨牙纵裂，可见根尖周及牙根颊腭侧牙槽骨吸收

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

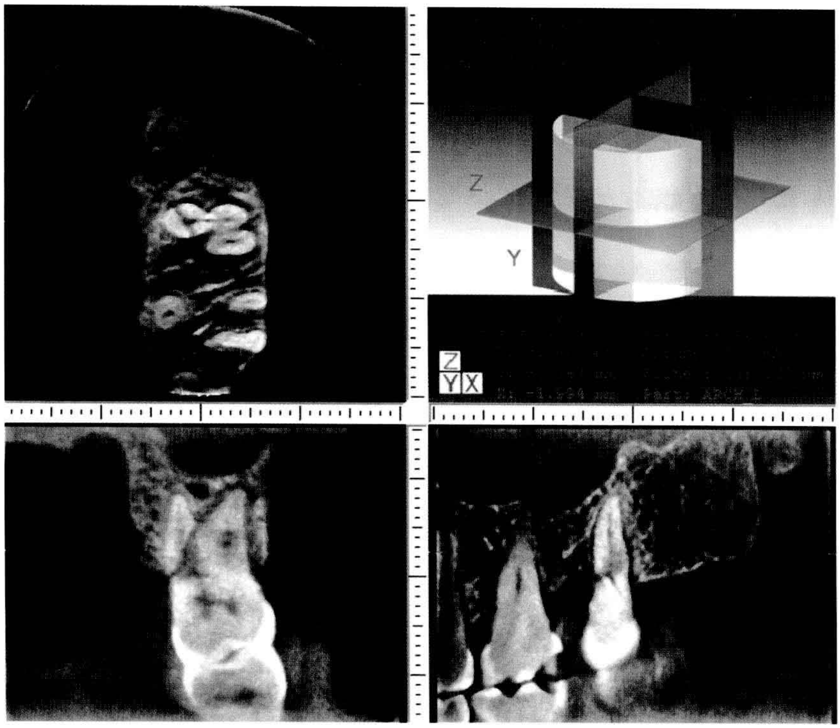


图 2-36　左上颌第二磨牙腭根斜折

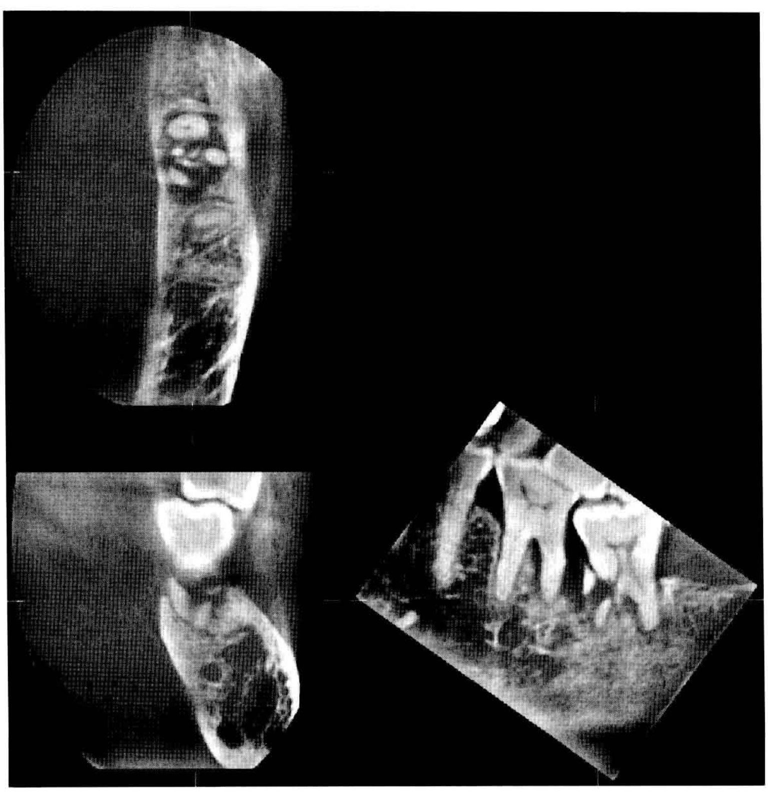


图 2-37　左下颌第二磨牙近中根粉碎性折断

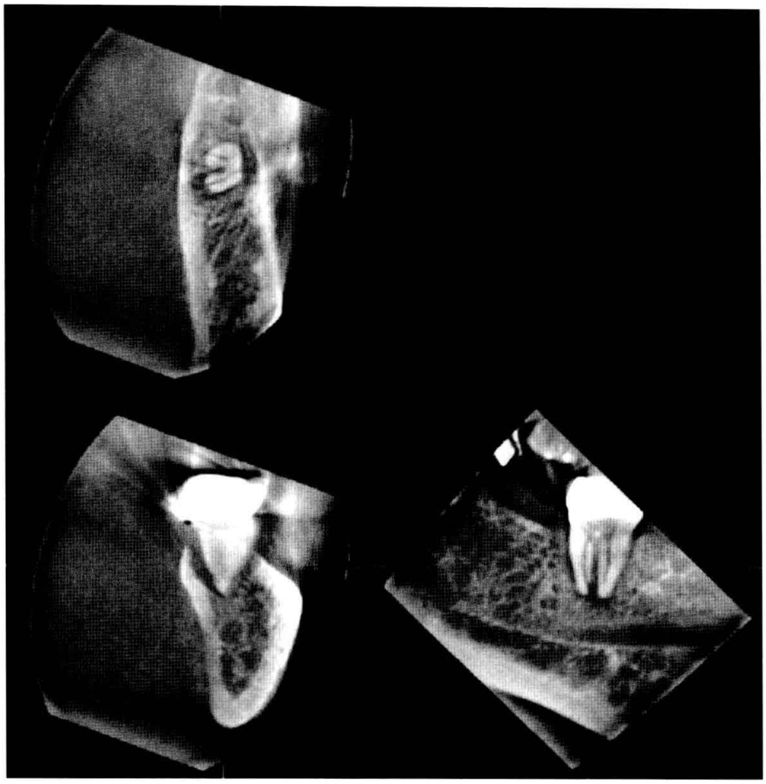


图 2-38　左下颌第二磨牙纵裂

可靠性较高，且其敏感度明显优于根尖片。

（三）其他影像学表现

对怀疑牙根折裂的患牙应常规拍摄 X 线根尖片，了解根折裂的部位、方向、数目及牙周情况。常用的 X 线摄片方法有三种：①根管插针法，在进行牙髓治疗时，将根管扩大针插入根管内摄片；②根管造影术，行根管治疗术时，将根管内注入造影剂，显影剂为氧化锌和碘仿各半，加丁香油调拌为糊剂，加压充填至根管内摄片；亦可用 40% 碘化油注入根管内摄片；③不同角度重复摄片，由于投照因素，牙根纵折线有时不能在 X 线片清楚显示；或牙片在牙弓上弯曲造成假象，均应改变投照角度摄片，进一步观察。

牙根折裂在 X 线根尖片上可能的影像学表现为：①存在已发生移位的牙根断片；②根管腔增宽；③线状透射影；④点状或片状阻射影；⑤圆环状根尖透射影；⑥"牙周膜"样骨缺损；⑦沿折裂线或充填材料边缘的不规则透射带；⑧充填材料进入裂隙。并非所有的牙根折裂都出现上述表现，如折裂线太细，根尖片上可无任何特异性改变。牙根折裂可分为三期：早期肉眼观根尖 1/3 可见纵裂线，但纵裂片不能分离；X 线片示患根管腔在近根尖 1/2～1/3 处明显增宽，增宽线色深，边界清楚，患侧根管腔与健侧根管腔不成比例。中期肉眼观纵裂线贯通整个牙根，但是没有游离的牙折片；X 线片示患根出现管腔全长增宽，牙周间隙增宽，周围有骨袋形成。晚期肉眼观纵裂线贯通整个牙根，并且能见到游离的牙折片；X 线片示患根有明显的牙折片，根分歧部骨质丧失或周围牙槽骨弥漫性

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

稀疏。

樊明文等对牙根折裂的X线诊断标准如下：X线片显示根管腔的下段、中下段甚至全长增宽，边缘整齐。这种根管腔影像的变化，不论其长度如何，均通过根尖孔，且在根尖处变宽。根裂方向与根管长轴一致。根据纵裂的程度分为以下四度：Ⅰ度：患根的根管影像仅在根尖1/3处增宽；Ⅱ度：患根的根管影像近1/2～2/3处增宽；Ⅲ度：患根的根管影像全长增宽；Ⅳ度：根折片横断分离或移位。

牙根纵裂X线显示有时不明显，必要时须与健侧作对比。X线检查上颌磨牙牙根相互重叠，有时要以不同角度反复摄片才能确诊，借助根管扩大针摄片显示扩大针侧穿或游离根折片推移，或用碘仿糊剂加压根充后摄片显示根充剂外溢及根管腔不规则扩张充盈，均可协助X线诊断。

尽管有以上表现，但普通根尖片为二维图像，有时因牙根重叠或受摄片角度影响，未能发现异常，或由于患牙折裂程度较轻，仅表现为稍模糊的阴影，难以确诊。Rud等对375颗临床上怀疑牙根折裂的患牙进行X线诊断，发现根折线的有134例，占35.7%。Youssefzadeh对28颗经手术证实存在根折的患牙进行分析，得出根尖片诊断根折的敏感度仅为25%。分析其原因，可能包括：①X线束并不完全与根折线平行；②根折线可能被邻近骨组织、桩核或根管内充填材料遮挡；③早期的不完全性根折裂隙很小，不易观察。

（柳登高）

参考文献

1. Liu DG, Zhang WL, Zhang ZY, Wu YT, Ma XC. Three Dimensional Evaluations of Supernumerary Teeth Using Cone-beam Computed Tomography for 487 cases. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2007, 103(3): 403-441.
2. Liu DG, Zhang WL, Zhang ZY, Wu YT, Ma XC. Localization of impacted maxillary canines and observation of adjacent incisor resorption with cone-beam computed tomography. Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2008, 105(1): 90-97.
3. 张万林，柳登高，张祖燕，马绪臣. 埋伏上颌中切牙影像学分类. 现代口腔医学杂志，2006，20(6)：569-571.
4. Chen Q, LIU DG, Zhang Gang, Ma XC. Evaluation of the relationship between the impacted mandibular third molar and inferior alveolar canal on panoramic radiograph. The Chinese Journal of Dental Research, 2009, 12(1): 37-43.
5. Ghaeminia H, Meijer, GJ, Soehardi A, Borstlap WA, Mulder J, Bergé SJ. Position of the impacted third molar in relation to the mandibular canal. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography compared with panoramic radiography. Int. J. Oral Maxillofac. Surg, 2009, 38(9): 964-971.
6. Filho FB, Zaitter S, Haragushiku GA, de Campos EA, Abuabara A, Correr GM. Analysis of the Internal Anatomy of Maxillary First Molars by Using Different Methods. J Endod, 2009, 35(3): 337-342.
7. Tu MG, Huang HL, Hsue SS, Hsu JT, Chen SY, Jou MJ, Tsai CC. Detection of Permanent Three-rooted Mandibular First Molars by Cone-Beam Computed Tomography Imaging in Taiwanese Individuals. J Endod, 2009, 35(4): 503-507.
8. Matherne RP, Angelopoulos C, Kulild JC, Tira D. Use of Cone-Beam Computed Tomography to Identify Root Canal Systems In Vitro. J Endod, 2008, 34(1): 87-89.

9. Moura MS, Guedes OA, De Alencar AH, Azevedo BC, Estrela C. Influence of Length of Root Canal Obturation on Apical Periodontitis Detected by Periapical Radiography and Cone Beam Computed Tomography. J Endod, 2009, 35(6): 805-809.

10. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. J Endod, 2008, 34(3): 273-279.

11. Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD. A new periapical index based on cone beam computed tomography. J Endod, 2008, 34(11): 1325-1331.

12. Misch KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. J Periodontol, 2006, 77(7): 1261-1266.

13. Vandenberghe B, Jacobs R, Yang J. Topographic assessment of peridontal craters and furcation involvements. Chin J Dent Res, 2007, 10(1): 21-29.

14. Mengel R, Candir M, Shiratori K, Flores-de-Jacoby L. Digital volume tomography in the diagnosis of periodontal defects: an in vitro study on native pig and human mandibles. J Periodontol, 2005, 76(5): 665-673.

15. 钟金晟，欧阳翔英，柳登高，曹采方. 锥形束 CT 测量离体下颌磨牙Ⅱ°根分叉病变效果的评价. 北京大学学报(医学版)，2010，42(1)：41-45.

16. Ito K, Yoshinuma N, Goke E, Arai Y, Shinoda K. Clinical application of a new compact computed tomography system for evaluating the outcome of regenerative therapy: a case report. J Periodontol, 2001, 72(5): 696-702.

17. Naitoh M, Yamada S, Noguchi T, Ariji E, Nagao J, Mori K, Kitasaka T, Suenaga Y. Three-dimensional display with quantitative analysis in alveolar bone resorption using cone-beam computerized tomography for dental use: a preliminary study. Int J Periodontics Restorative Dent, 2006, 26(6): 607-612.

18. Tronstad L. Root resorption--etiology, terminology and clinical manifestations. Endod Dent Traumatol, 1988, 4(6): 241-252.

19. Estrela C, Bueno MR, De Alencar AH, Mattar R, Valladares Neto J, Azevedo BC, De Araújo Estrela CR. Method to Evaluate Inflammatory Root Resorption by Using Cone Beam Computed Tomography. J Endod, 2009, 35(11): 1491-1497.

20. 曾艳，王嘉德. 牙慢性损伤//王嘉德，高学军. 牙体牙髓病学. 北京：北京大学医学出版社，2006：194-211.

21. 王虎. 牙及牙周疾病//马绪臣. 口腔颌面医学影像诊断学. 5 版. 北京：人民卫生出版社，2008：76-95.

22. 虞红，孙敦方，王益骏. 37 颗后牙根纵裂的病因分析. 口腔材料器械杂志，2007，16(2)：107-108.

23. 唐义秀. 74 颗牙根纵裂牙的临床分析. 华西口腔医学杂志，2002，20(5)：388-389.

24. Cohen S, Berman LH, Blanco L, Bakland L, Kim JS. A demographic analysis of vertical root fractures. J Endod, 2006, 32(12): 1160-1163.

25. Youssefzadeh S, Gahleitner A, Dorffner R, Bernhart T, Kainberger FM. Dental vertical root fractures: value of CT in detection. Radiology, 1999, 210(2): 545-549.

26. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. J Endod, 2009, 35(5): 719-722.

27. Chan CP, Lin CP, Tseng SC, Jeng JH. Vertical root fracture in endodontically versus nonendodontically treated teeth-a survey of 315 cases in Chinese patients. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 1999, 87(4): 504-507.

28. Tamse A. Iatrogenic vertical root fractures in endodontically treated teeth. Endodontics and Dental Traumatology, 1988, 4(5): 190-196.

29. Kositbowornchai S, Nuansakul R, Sikram S, Sinahawattana S, Saengmontri S. Root fracture detection: a comparison of direct digital radiography with conventional radiography. Dentomaxillofac Radiol, 2001, 30(2):

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

106-109.

30. Bernardes RA, de Moraes IG, Húngaro Duarte MA, Azevedo BC, de Azevedo JR, Bramante CM. Use of cone-beam volumetric tomography in the diagnosis of root fractures. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2009, 108(2): 270-277.

31. Wang P, Yan XB, Liu DG, Zhang WL, Zhang ZY, Ma XC. Detection of dental root fracture by using cone-beam computed tomography. The Chinese Journal of Dental Research, 2010, 13(1): 1-6.

第 3 章

颌骨囊肿及肿瘤

口腔颌面锥形束 CT(cone beam CT,CBCT)已广泛应用于口腔颌面部疾病的诊断及治疗中,具有空间分辨率高、辐射剂量相对较小、可三维显示等优点。对于颌骨囊肿和肿瘤,CBCT 可清楚地显示病变的部位、范围、病变和周围解剖结构如上颌窦、切牙管、下颌管等的关系,可显示病变内部的骨质改变及颌骨的颊舌向膨胀或破坏情况,对于诊断、治疗设计和术后随访具有重要意义。但 CBCT 提供的是层面图像,其软组织分辨率相对较差,对病变周围软组织受累及的情况显示不清,有些设备的图像噪声较大,小视野 CBCT 对颌骨病变可能显示不全。因此,应当根据临床需要选择适宜的检查方法。

一、颌骨囊肿

颌骨囊肿是临床常见的颌骨疾病,可分为牙源性囊肿和非牙源性囊肿两大类。

(一) 根尖周囊肿

1. 概述　根尖周囊肿(periapical cyst)是最常见的颌骨囊肿,可由根尖肉芽肿或慢性牙槽脓肿形成。病变生长缓慢,患牙多已坏死,患牙牙冠变色。根尖周囊肿大小不一,根尖部可隆起,触诊可有乒乓球感或波动感;邻牙可有松动或移位。

2. CBCT 表现　根尖周囊肿表现为边界清楚的圆形低密度区,并可见致密线条状影包绕(图 3-1);多位于根尖周,也可发生于根侧,局部根周膜及骨硬板影像消失;病变区牙根可吸收,囊肿较大时,可见邻牙移位。

3. 其他影像学表现　较小的根尖囊肿多可用根尖片显示,较大的根尖囊肿也可用曲面体层、下颌骨侧斜位等片位显示。但常规二维检查方法在显示颌骨颊舌向膨胀等方面不及 CBCT。

(二) 含牙囊肿

1. 概述　含牙囊肿(dentigerous cyst)又称滤泡囊肿,来自于缩余釉上皮和牙釉质表面之间或缩余釉上皮细胞之间液体积聚形成,以下颌第三磨牙较多见,上颌尖牙区次之。囊肿较小时临床无症状,病变区受累牙萌出受阻;囊肿生长缓慢,病变较大时可出现颌骨膨胀,甚至颜面畸形;可继发感染。

2. CBCT 表现　含牙囊肿表现为颌骨内圆形或类圆形低密度区,边界清楚,多为单囊性病变,周围可见致密白线包绕;囊腔内可见不同发育阶段的牙,可含一个或多个牙,牙冠指向囊腔,囊肿围绕于所含牙的冠根交界处;颌骨可膨胀(图 3-2)。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

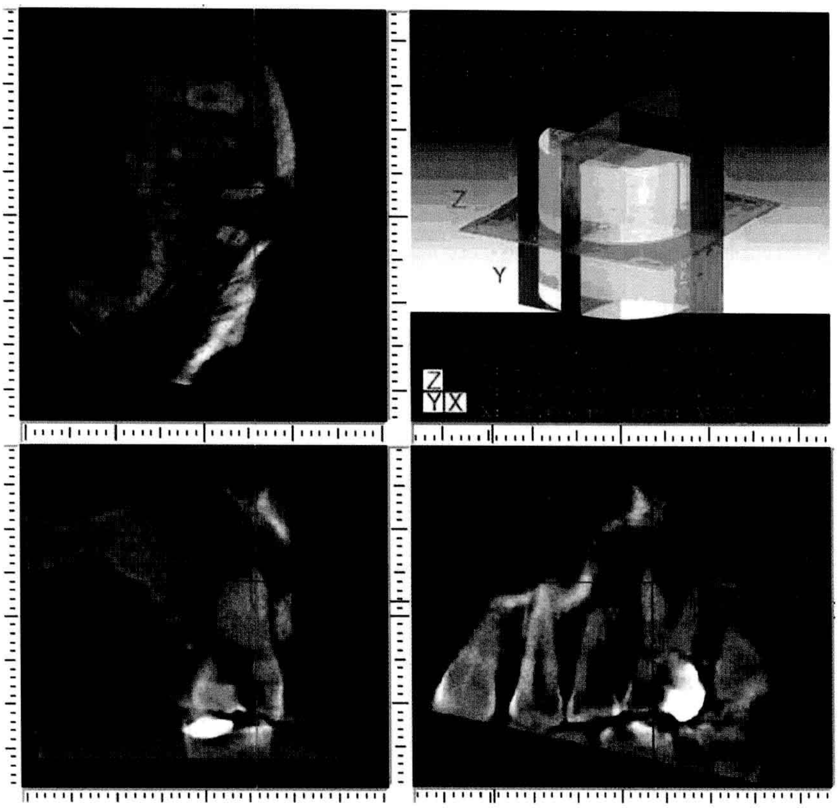
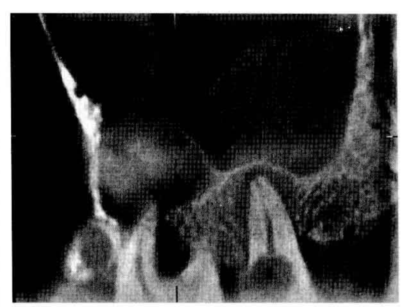


图 3-1　根尖囊肿
CBCT 不同方位图像示左上颌第一磨牙牙冠破坏较大，近中颊根根尖为中心类圆形囊状低密度影，边界清楚，颊侧骨板膨胀变薄



（1）



（2）

图 3-2　左上颌第一磨牙含牙囊肿
（1）CBCT 不同方位图像示左上颌第一磨牙高位阻生，冠周可见囊性影像，颊侧皮质骨板变薄，牙槽嵴侧可见左上颌第二前磨牙水平阻生，牙冠指向近中；（2）CBCT矢状位图像示囊肿突向左侧上颌窦，左上颌窦黏膜肥厚

（三）鼻腭管囊肿

1. 概述　鼻腭管囊肿(nasopalatine duct cyst)来自于鼻腭管的残余上皮，有特定的发生部位和病变形态。囊肿较小时，临床多无自觉症状，较大的囊肿可有局部肿胀，或出现神经刺激症状如烧灼感、疼痛等。

2. CBCT 表现　鼻腭管囊肿多位于上颌中线、双侧上颌中切牙牙根间，呈圆形或心形低密度影，边界清楚(图 3-3)，可见邻牙移位，颌骨可膨胀，囊肿较大时可突向鼻腔。

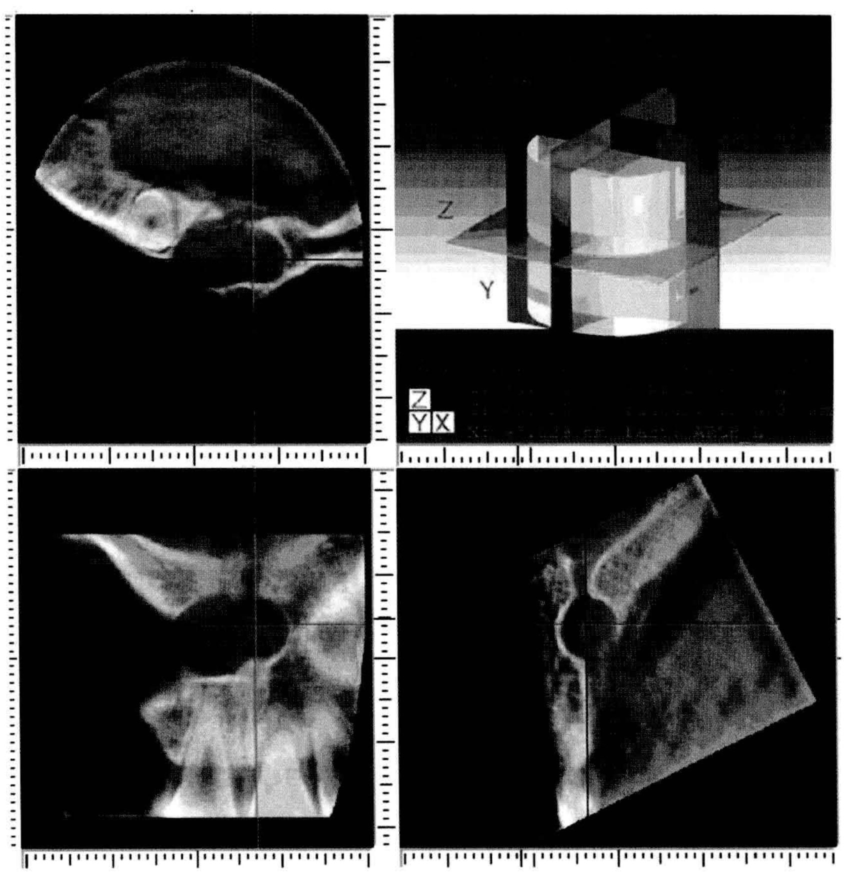


图 3-3　鼻腭管囊肿

CBCT 不同方位图像示上颌中切牙牙根上方囊性影像，呈圆形，边界清楚，位于鼻腭管中段

二、颌骨良性肿瘤及瘤样病变

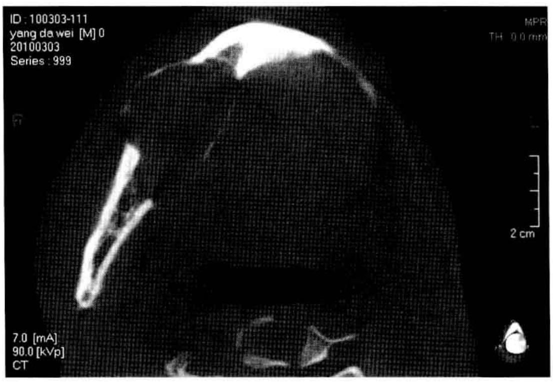
（一）成釉细胞瘤

1. 概述　成釉细胞瘤(ameloblastoma)是最常见的牙源性颌骨肿瘤，由造釉器上皮或牙板上皮发生，也可由牙周膜内上皮残余或口腔黏膜基底细胞发生，有些可由颌骨囊肿转变而

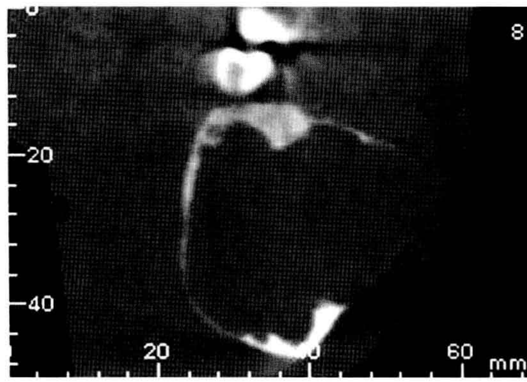
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

来。成釉细胞瘤是常见的颌骨牙源性良性肿瘤，好发于青壮年，下颌骨较上颌骨多见，颌骨膨胀明显，甚至可导致面部变形。病变区牙可松动、移位、脱落。

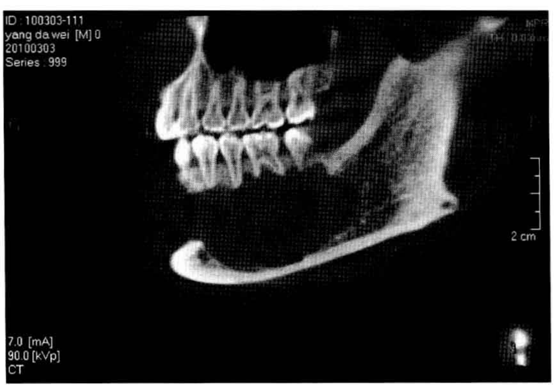
2. CBCT表现　成釉细胞瘤多呈多房样表现，也可表现为单房状或蜂窝状，颌骨膨胀明显，密质骨变薄，部分密质骨可不连续（图3-4）。病变区可含牙，病变区牙可见牙根吸收。上颌骨病变可侵及上颌窦。



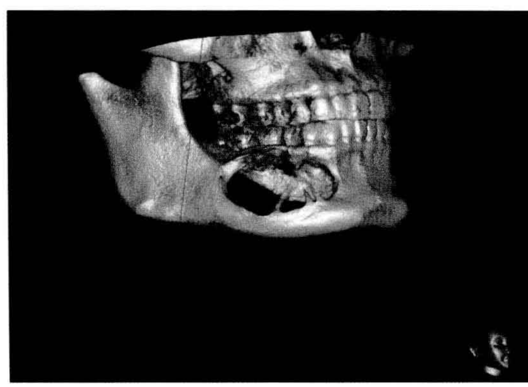
（1）



（2）



（3）



（4）

图3-4　下颌骨成釉细胞瘤

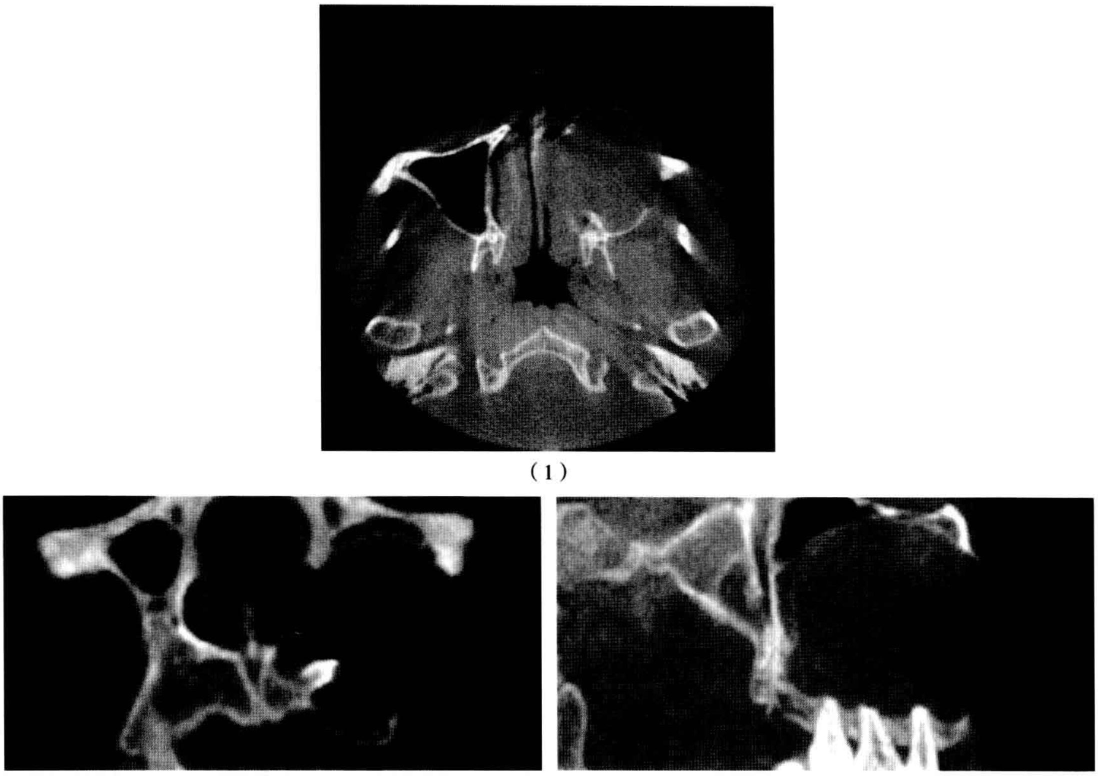
（1,2,3）CBCT不同方位图像均示右下颌骨边界清楚的低密度影，皮质骨变薄，颊侧皮质骨膨胀明显，部分皮质骨不连续，下颌骨下缘可见骨质硬化表现，病变区牙可见牙根外吸收；（4）三维重建图像

（二）牙源性角化囊性瘤

1. 概述　WHO关于牙源性角化囊性瘤（keratocystic odontogenic tumor）的定义是“一种良性的、单囊或多囊的、发生于骨内的牙源性肿瘤，其特征为不全角化的复层鳞状上皮衬里，并具有潜在的侵袭性和浸润性生长的生物学行为”。

牙源性角化囊性瘤是临床常见的颌骨疾病，多累及下颌骨，下颌第三磨牙区和上颌结节是好发部位。临床可没有明显症状，也可有颌骨膨胀，容易继发感染；由于囊壁较薄，而且纤维囊壁中可见子囊或上皮岛，因此容易复发；并可发生癌变。少数病例可伴发皮肤多发性痣或基底细胞癌，可伴有其他骨骼异常和颅内钙化，称为基底细胞痣综合征。

2. CBCT 表现　牙源性角化囊性瘤可表现为多房或单房性低密度影像，边界清楚，有致密线条状影像环绕。病变大小不一，病变内可含牙，上颌骨病变可突入上颌窦（图 3-5），下颌骨病变可沿颌骨长轴方向生长，颌骨可有膨胀（图 3-6）。病变可多发，下颌第三磨牙区和上颌结节为好发部位。病变区牙可有移位和牙根吸收。



（1）

（2）　（3）

图 3-5　左上颌骨牙源性角化囊性瘤

（1）轴状位；（2）冠状位；（3）矢状位。CBCT 三个方位图像均示左上颌骨囊性影像，上颌窦前壁及外下壁向外膨胀，上颌窦内壁不连续，上颌窦窦腔缩小，病变区牙牙根吸收，囊腔内下部位可见左上颌尖牙牙冠位于囊腔内

基底细胞痣综合征除多发牙源性角化囊性瘤外，还可看到肋骨畸形、颅内钙化、蝶鞍骨桥形成、脊柱侧弯和椎体畸形等其他影像学表现表现。

（三）骨化纤维瘤

1. 概述　骨化纤维瘤（ossifying fibroma）由富于细胞的纤维组织和表现多样的矿化组织所构成，矿化组织可以是编织骨、层板骨及无细胞或少细胞的嗜碱性、类似牙骨质的沉积物。骨化纤维瘤的组织发生来源于牙周韧带。

骨化纤维瘤好发于 40 岁以下患者，女性较多见，下颌骨后部多见，临床上生长较缓慢，可有颌骨膨隆，可引起牙松动、移位，严重者可导致颜面畸形。

2. CBCT 表现　骨化纤维瘤在下颌骨后部发生较多，一般为单发病变，可表现为边界清

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

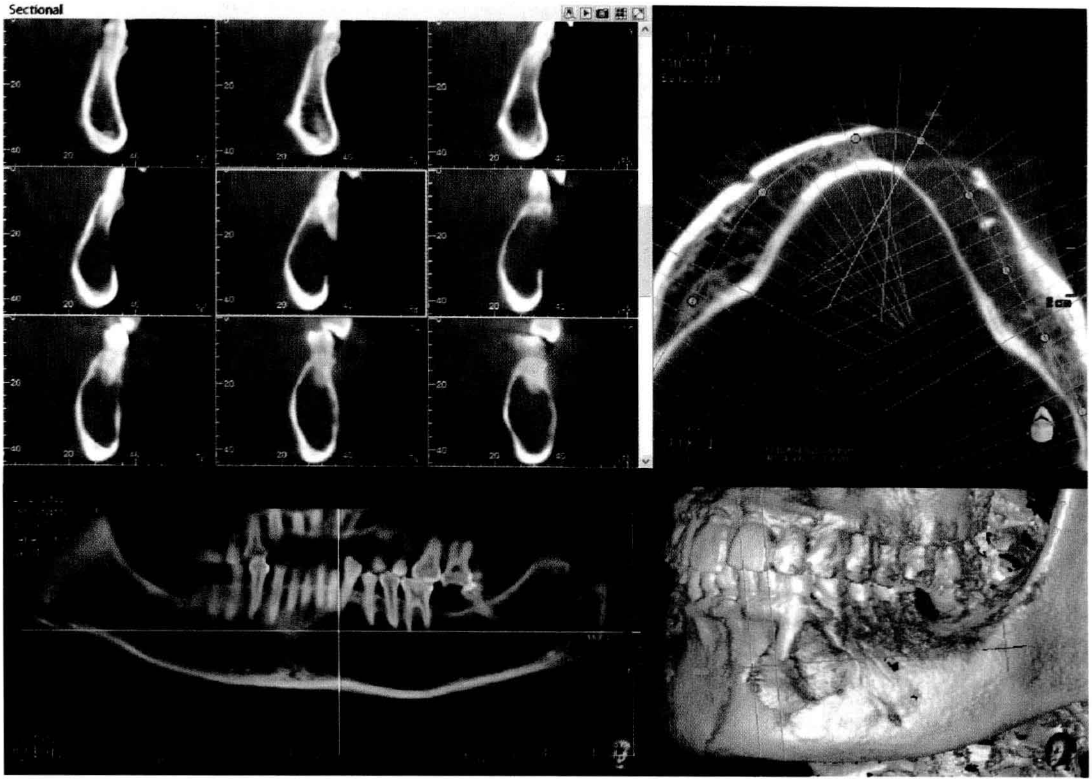


图 3-6 左下颌骨牙源性角化囊性瘤

CBCT 图像示左下颌骨可见囊性影像，边界清楚，颌骨无明显膨胀，颊侧部分密质骨不连续，近中界位于下颌中线，远中界位于左下 7、8 处。左下 4、5 可见牙根斜面吸收

楚的低密度影像，肿瘤内部可表现为斑点状、斑片状高密度影（图 3-7），颌骨可膨隆，可见牙移位或牙根外吸收。影像学检查对于鉴别骨化纤维瘤和骨纤维异常增殖症具有重要意义，而组织病理学检查则难以区分。

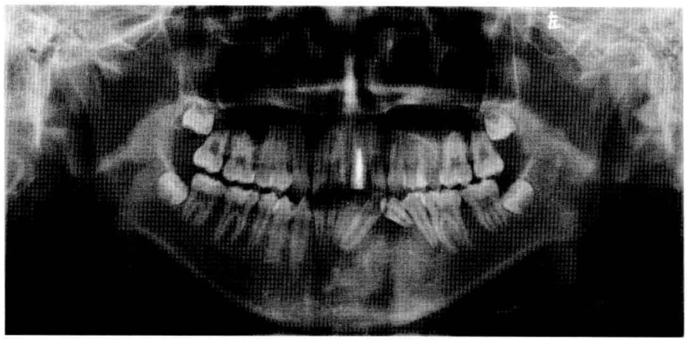
（四）骨瘤

1. 概述　骨瘤是指由具有明显层状结构的成熟骨组成的良性病变，分为密质骨瘤、松质骨瘤和混合性骨瘤，可发生于单骨或多骨，可单发或多发，可有较宽的基底，或通过较狭窄的蒂与密质骨相连。临床上患者可无症状，也可有颌骨肿块、面部偏斜及功能障碍等，骨瘤一般较小，少数可长至较大。多发性颌骨骨瘤应注意除外 Gardner 综合征。

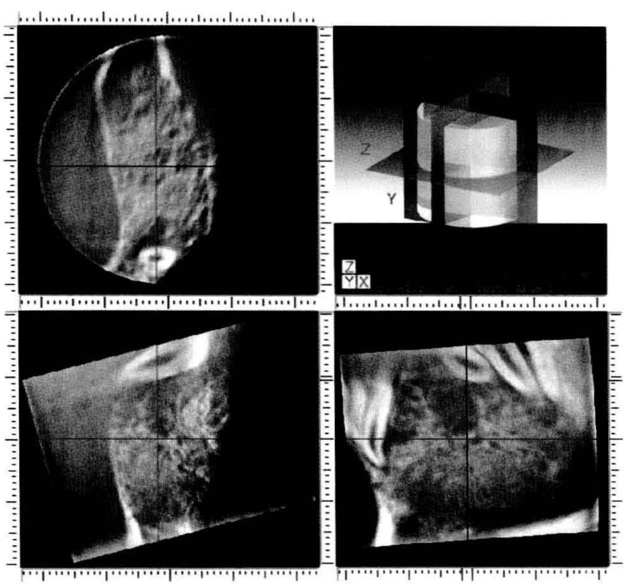
2. CBCT 表现　骨瘤常见于下颌骨后部，下颌骨舌侧或下颌骨下缘处较多见，髁突和喙突处也可发生。骨瘤多为外突性生长，边界清楚，密质骨瘤呈均匀的高密度表现，松质骨瘤内部可见骨小梁结构（图 3-8）。

（五）骨异常增生

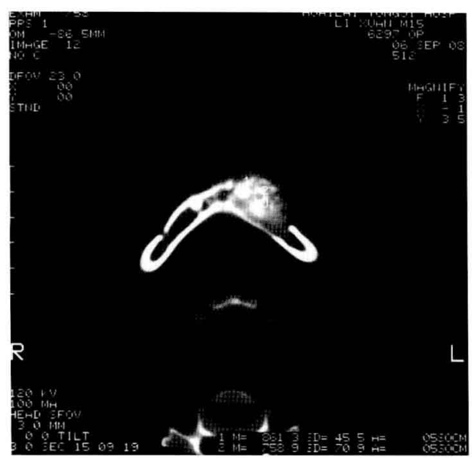
1. 概述　骨异常增生（osseous dysplasia）是颌骨承牙区根尖周围区域发生的特发性病变，可有多种表现形式，并具有多个不同的名称，如根尖周骨异常增生、局灶性骨异常增生



（1）



（2）



（3）

图 3-7　左下颌骨骨化纤维瘤

（1）曲面体层片显示左下颌骨左下 1～5 处可见骨质密度不均匀增高，呈斑片状，病变部分边界不清楚，左下 3、4、5 移位，左下 3、4 可疑牙根吸收；（2）锥形束 CT 显示左下颌骨病变区骨质密度不均匀增高，呈斑片状，颊侧部分骨皮质不连续。显示范围较小，病变边界未完全显示；（3）螺旋 CT 显示左下颌骨骨性高密度影，CT 值 758-861HU，颊侧骨皮质不连续，病变界限清楚

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

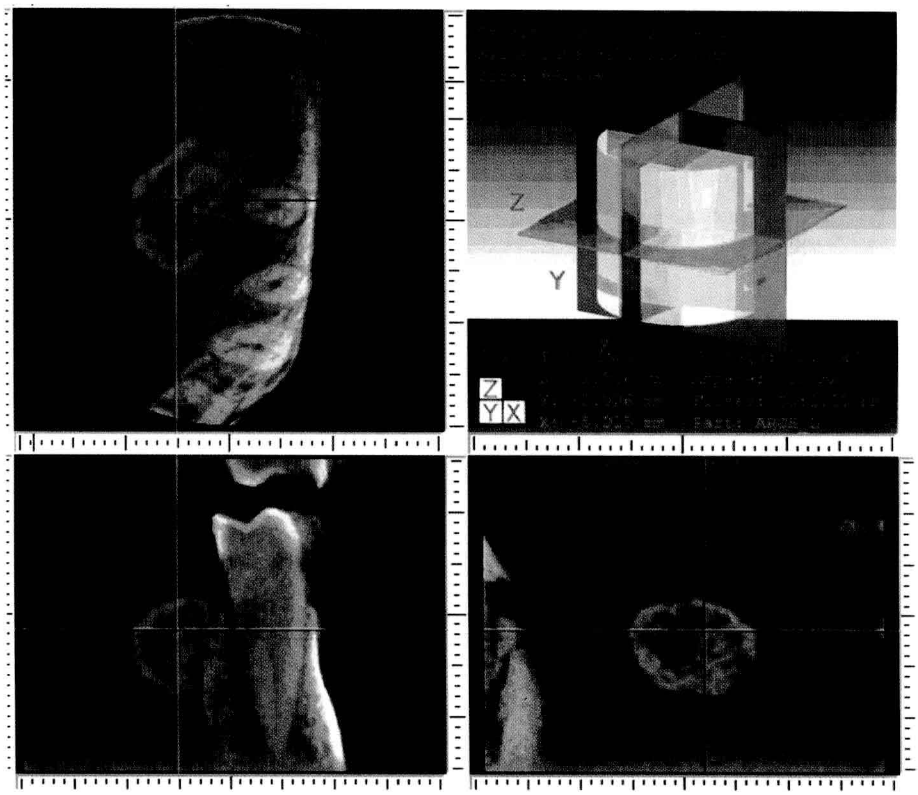


图 3-8 左下颌骨骨瘤

CBCT 图像示左下颌骨前磨牙舌侧可见外突性骨性骨密度影像，边界清楚，内部可见骨小梁结构，与下颌骨舌侧皮质骨间有蒂相连

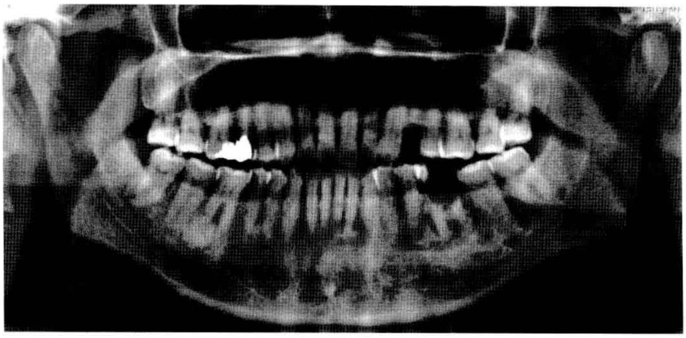
等，弥漫性病变包括繁茂性骨异常增生和所谓家族性巨大型牙骨质瘤（familial gigantiform cementoma）等，在WHO 2005年牙源性肿瘤的组织学分类中均归类为骨异常增生。一般认为骨异常增生来源于牙周膜，由富于细胞的纤维组织构成，其中有层板骨和牙骨质样物质团块。此病可有家族病史，也可散发，女性较多见，多无临床症状，较严重的病例可有牙槽突膨隆或义齿就位困难等症状，有些患者可因继发感染而就诊。

2. CBCT 表现　可呈多灶性或弥漫性表现。多灶性病变上、下颌骨均受累，对称性发生，表现为不规则形状的高密度影像，与牙根关系密切，牙根影像模糊不清（图 3-9）。

（六）牙源性钙化上皮瘤

1. 概述　牙源性钙化上皮瘤（calcifying epithelial odontogenic tumor）又称为 Pindborg 瘤，是一种具有局部侵袭性的牙源性上皮性肿瘤。临床可见颌骨膨胀，患区牙松动或移位，有些可因神经受压出现疼痛或麻木症状，术后易复发。

2. CBCT 表现　下颌骨前磨牙至磨牙区为好发部位，病变呈低密度表现，多边界清楚，颌骨可膨胀，较大的病变可见多房表现，骨质密度减低区中可见大小不等的钙化影，有些可见阻生牙（图 3-10），或可发生牙根吸收、牙齿移位等。由于肿瘤内出现钙化物是牙源性钙化上皮瘤的主要特征，因此，影像学检查具有重要的诊断意义。



（1）

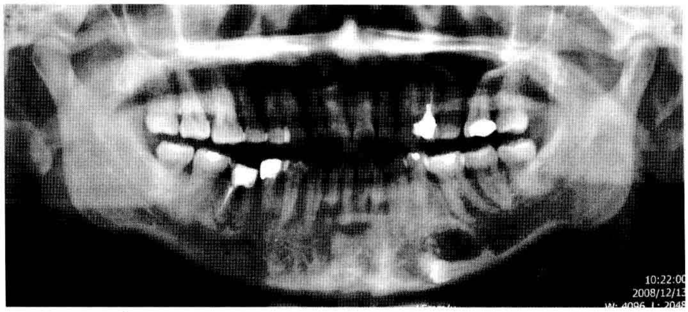


（2）

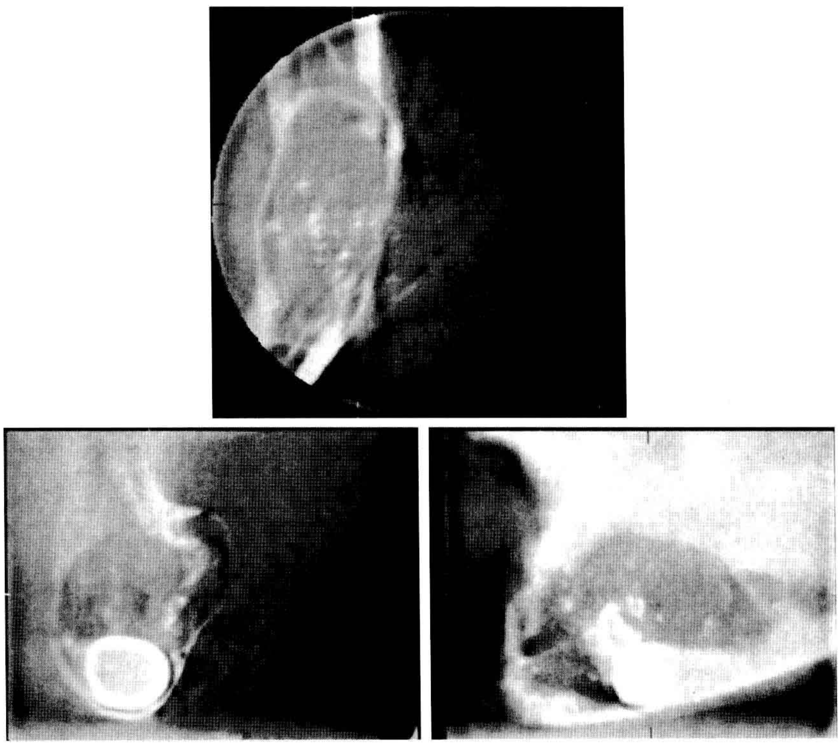
图 3-9　下颌骨骨异常增生

（1）曲面体层片；（2）锥形束 CT 图像，可见左下颌骨前磨牙至磨牙区不规则形高密度团块影，与牙根关系密切，牙根影像模糊不清，周围可见骨质密度减低。右下颌骨第一磨牙远中根尖周可见团块状高密度影，边界清楚，远中根根尖影像模糊

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



（1）



（2）

图 3-10　下颌骨牙源性钙化上皮瘤

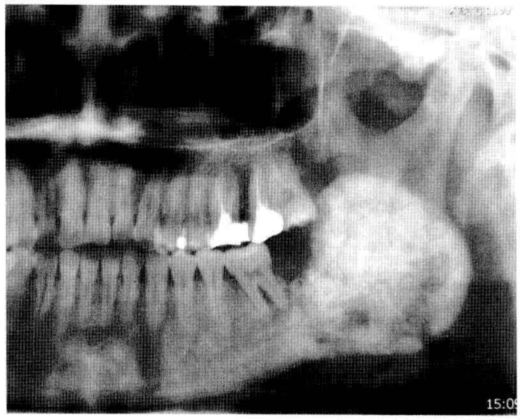
（1）曲面体层；（2）锥形束 CT

左下颌骨前磨牙区可见边界清楚的骨质密度减低区，颊侧及舌侧骨板稍膨胀并变薄，病变内部可见斑点状钙化影，左下第二前磨牙阻生于病变下方

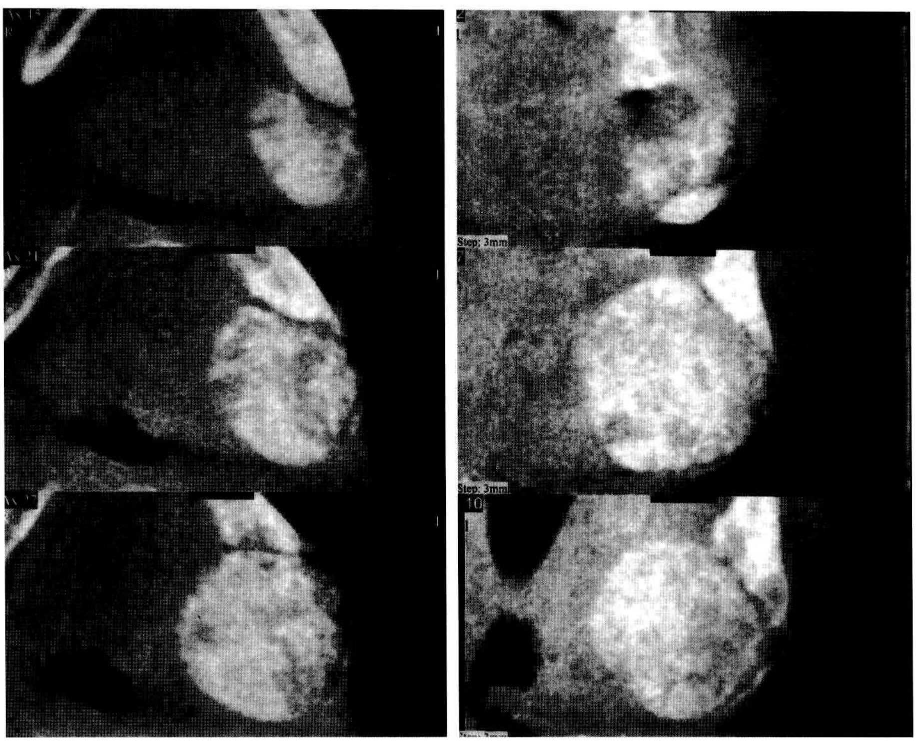
（七）成牙骨质细胞瘤

1. 概述　成牙骨质细胞瘤（cementoblastoma）由致密的无细胞牙骨质样物及纤维间质组成，其临床特点为颌骨膨隆，可有疼痛症状，生长较缓慢，可造成继发感染。病变区牙的活力正常。

2. CBCT 表现　下颌骨前磨牙至磨牙区较多见，多表现为不均匀的高密度影像（图 3-11），与牙根相连，病变边界清楚，周围多有低密度影像环绕，有些病变边界不清。影像学表现对于成牙骨质细胞瘤具有诊断意义。



（1）



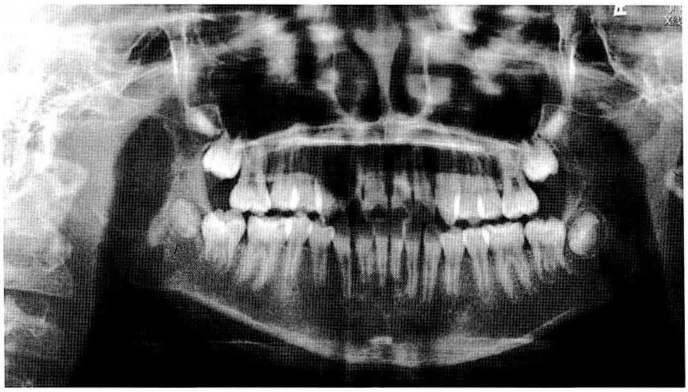
（2）

图 3-11　左侧下颌骨成牙骨质细胞瘤

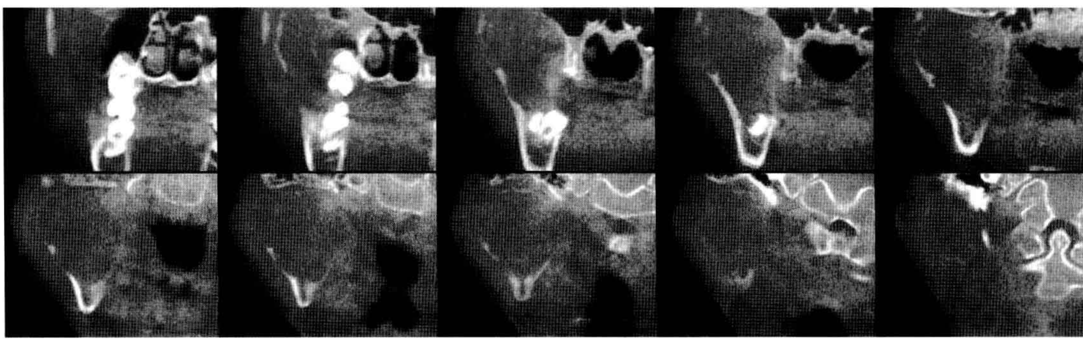
（1）曲面体层；（2）锥形束 CT

左下颌骨磨牙及升支区可见高密度影像，圆形，边界清楚，病变密度不均匀呈斑片、斑块状。左下颌第二磨牙缺失，病变向舌侧膨出明显

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



(1)



(2)



(3)

图 3-12　右下颌骨动脉瘤样骨囊肿

(1) 曲面体层片显示右侧升支囊性影像，边界清楚，颌骨膨胀，乙状切迹消失，病变内部可见斑片状密度增高影；(2) 锥形束 CT 图像显示右侧升支颊舌向膨胀明显，呈“气球状”，骨皮质菲薄，病变边界清楚，内部骨性分隔显示不清；(3) 螺旋 CT 轴位图像显示右侧升支囊性病变，颊舌向膨胀明显，可见骨性分隔，并可见病变内部斑片状高密度影像，病变边界清楚

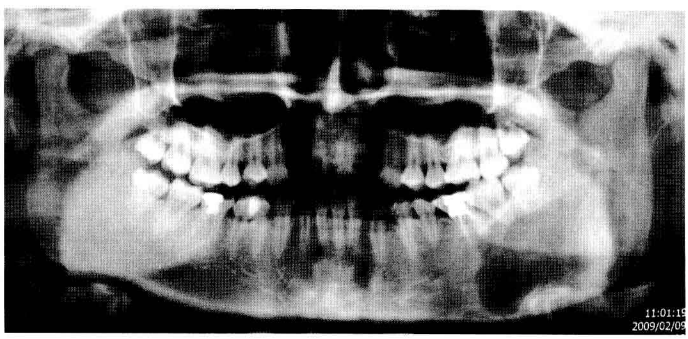
（八）动脉瘤样骨囊肿

1. 概述　动脉瘤样骨囊肿(aneurysmal bone cyst)是一种膨胀性的骨破坏疾病，为多房性、充满血液的腔隙，临床较少见，好发于30岁以下的患者，可原发，也可继发于巨细胞病变或骨纤维异常增殖症。下颌骨后部较多见，临床主要表现为颌骨膨胀、牙松动或移位等。

2. CBCT 表现　动脉瘤样骨囊肿可呈单房或多房表现，骨性分隔粗糙不均，颌骨膨胀，可呈"蜂窝状"、"皂泡状"，甚至"气球状"(图3-12)。可有牙根吸收，病变内部可有斑片状钙化或磨砂玻璃状的骨化表现。

（九）骨纤维异常增殖症

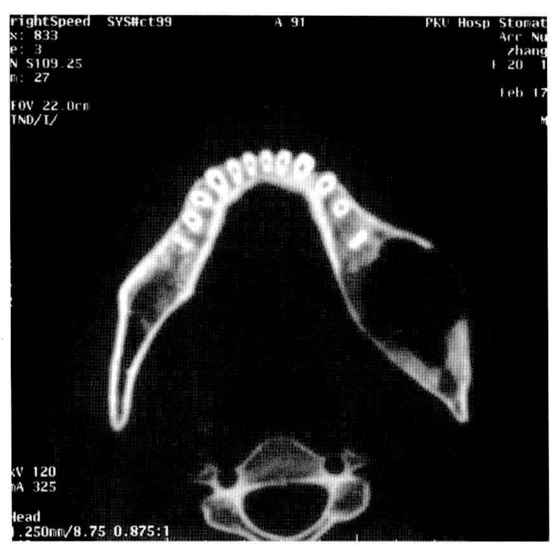
1. 概述　骨纤维异常增殖症(fibrous dysplasia)可单骨发生或多骨发生，也可以是Albright综合征的表征之一。病变由细胞丰富的纤维组织构成。临床上儿童和青年人较多



(1)



(2)



(3)

图 3-13　左下颌骨骨纤维异常增殖症

(1) 曲面体层片；(2) 锥形束 CT 轴位图像；(3) 螺旋 CT 轴位图像

左下颌骨沿外形膨大，密质骨变薄，病变部分呈"磨砂玻璃"状，部分呈囊样表现，病变边界不清楚

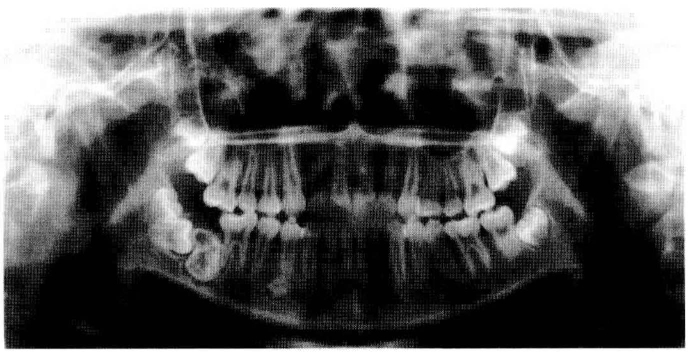
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

见。常见的临床表现是颌骨无痛性膨胀，面部畸形，上颌骨病变可造成鼻腔堵塞，累及眼眶的病变可致眼球突出或视力受损，颞骨病变可造成听力丧失，鼻骨、颧骨、颅骨等多骨病变可导致颅面部严重畸形，呈"骨性狮面"表现。

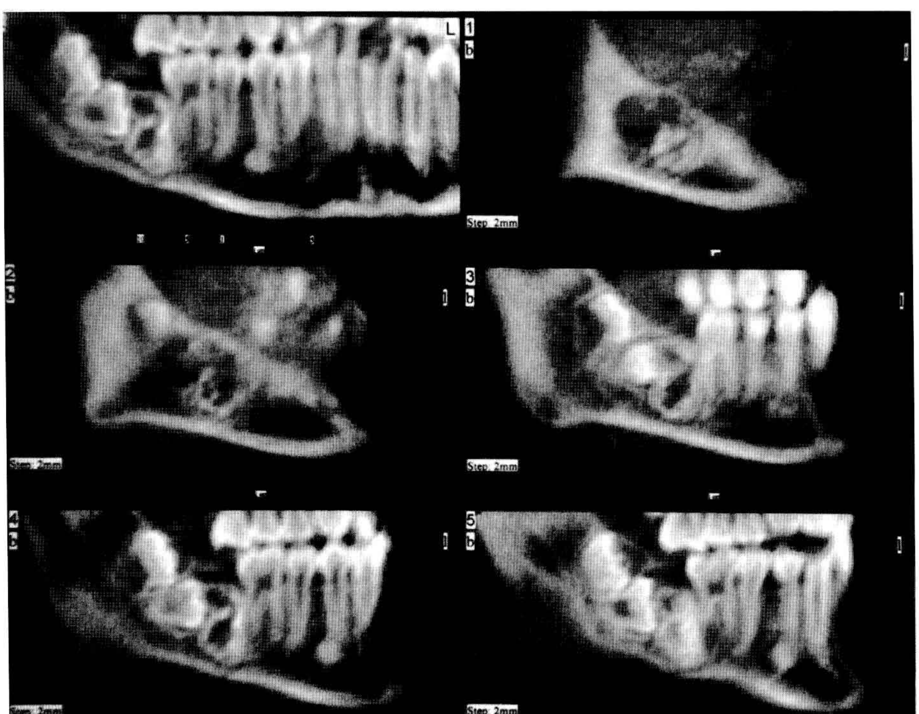
2. CBCT 表现　骨纤维异常增殖症可呈囊样低密度表现、硬化性表现和混合性表现。颌骨多沿外形膨大，密质骨变薄，病变与正常骨组织边界不清楚（图 3-13），病变区牙的牙周间隙依然存在，但骨硬板消失。

（十）牙瘤

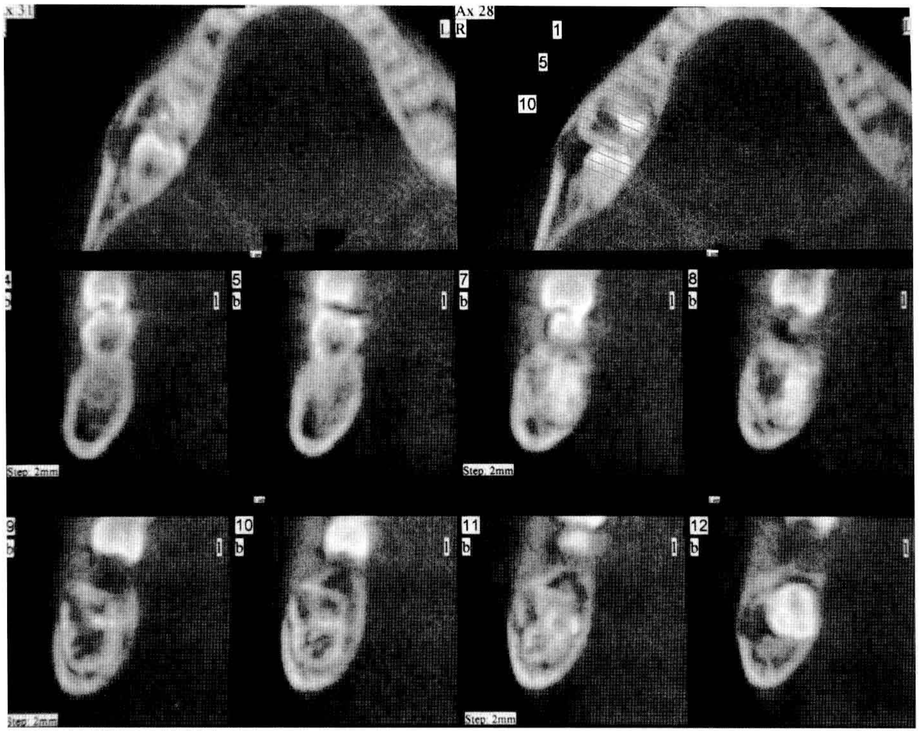
1. 概述　牙瘤（odontoma）是一种瘤样畸形，即错构瘤，可分为混合型和组合型两种。混合型牙瘤为釉质、牙本质及牙骨质样组织混乱排列，而组合型牙瘤可见牙样结构。牙瘤以



（1）



（2）



（3）

图 3-14　右下颌骨牙瘤

（1）曲面体层片；（2）锥形束 CT 矢状面片；（3）锥形束 CT 轴位及冠状位片
右下颌骨右下第一、二磨牙间可见不均匀高密度影像，边界清楚，周围可见低密度影像环绕，右下第二磨牙阻生

青少年及儿童患者较多见，混合型牙瘤在下颌骨后部较多见，组合型牙瘤在上颌骨前部多见。临床上一般无症状，有时病变区可见缺失牙或阻生牙。

2. CBCT 表现　混合型牙瘤表现为牙组织形成高密度团块、无法分辨出牙形态；组合型牙瘤则病变由大小、形态各不相同的畸形牙组成；有时二者难以区分。肿瘤周围常可见低密度影像环绕（图 3-14）。

三、颌骨恶性肿瘤

1. 概述　颌骨恶性肿瘤分为原发性、继发性及转移性恶性肿瘤。原发性者包括颌骨原发性癌、骨肉瘤等，继发性者如牙龈癌、腭部恶性肿瘤等。颌骨恶性肿瘤可出现颌骨肿胀、疼痛、感觉异常、局部出血、溃疡及牙松动等表现，可有局部淋巴结转移和远处转移。

2. CBCT 表现　颌骨恶性肿瘤多表现为颌骨破坏，病变边界不清楚，如牙龈癌可见牙槽突骨质破坏（图 3-15），腭部恶性肿瘤可见腭板骨质破坏（图 3-16）等。有些可见高密度与低密度影像混杂，骨肉瘤及有些转移性肿瘤可表现为成骨性高密度病变。影像学检查的密度分辨率和空间分辨率对于颌骨肿瘤的诊断非常重要，对于颌骨恶性肿瘤的诊断，颌骨周围软组织的受累情况具有重要参考意义，因此，螺旋 CT 检查远较锥形束 CT 具有优势。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

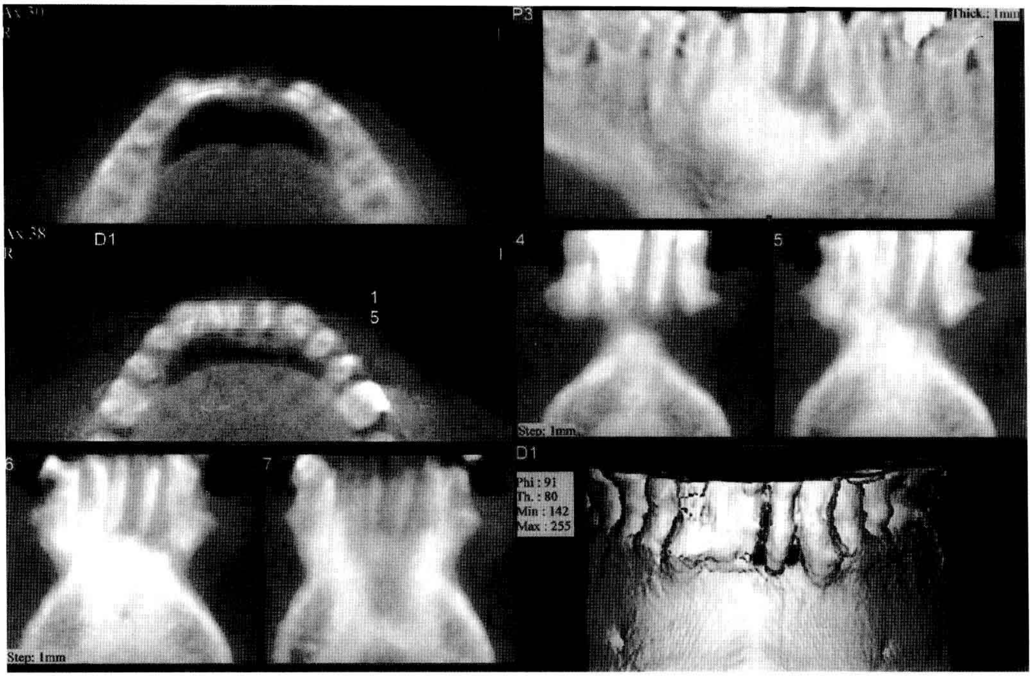


图 3-15 下颌前部牙龈癌

CBCT 轴位、冠状位、曲面体层重建及三维重建图像示下颌骨前部牙槽突骨质破坏达根尖，病变边界不清楚，病变区牙浮置于软组织影像中，外周骨质密度增高

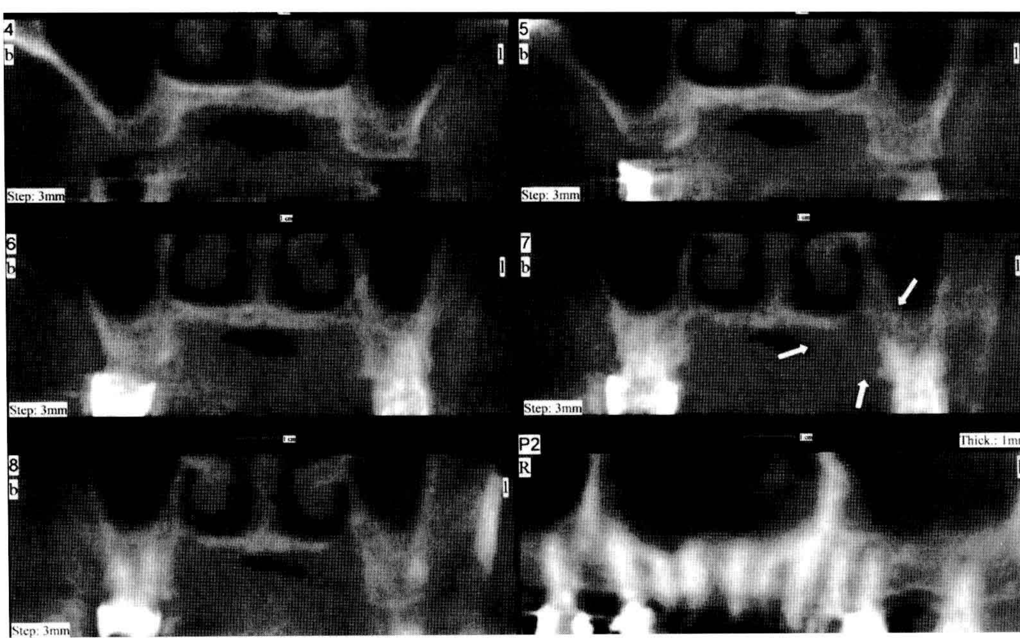


图 3-16 左侧腭部黏液表皮样癌

CBCT 冠状位图像示左侧腭部可见软组织肿物影，左侧腭部及左侧牙槽突骨质破坏，密皮质影像不连续（↑）

四、其他检查方法

颌骨囊肿及肿瘤的常用影像学检查方法包括 X 线平片、曲面体层片、CBCT 和螺旋 CT 检查等。X 线平片空间分辨率好，对于颌骨疾病的诊断具有重要意义，是 CT 等层面成像方法难以替代的，与其他层面成像技术相比，X 线平片有助于显示颌骨囊肿及肿瘤的整体情况。但 X 线平片具有一般二维影像的缺点，如影像重叠、失真，且无法提供与颌骨长轴方向垂直的横断面影像。曲面体层片一次曝光可显示双侧上、下颌骨，操作简便，辐射剂量相对较小，对于病变范围较大或多发病变尤其适合，是颌骨囊肿及肿瘤性疾病诊断中常用的影像学检查方法。其缺点在于影像空间分辨率差，且无法提供颌骨囊肿颊舌向影像信息。

螺旋 CT 与 CBCT 都可以准确地显示颌骨囊肿和肿瘤的部位、大小、病变边缘等信息，可发现一些 X 线平片难以检出的诊断信息；并可以进行轴位、冠状位、矢状位及其他多方位成像，可以进行三维成像，可不同角度直观地显示病变的三维形态和病变区牙的位置、形态、方向等信息，有助于临床医师设计手术入路等治疗方案。与 CBCT 不同，螺旋 CT 有较好的密度分辨率，利用窗宽和窗位的选择可得到良好的密度对比；可分析病变内部的密度值，有助于鉴别诊断；可以检查软组织受累情况，也可以观察颌面部软组织病变；应用静脉内注射造影剂进行增强扫描有助于提高诊断能力。但螺旋 CT 的辐射剂量远远高于锥形束 CT。与螺旋 CT 相比，锥形束 CT 的密度分辨率较差，多用于病变部位、形态、大小等诊断信息的观察。小视野 CBCT 常不能包括整个病变范围，难以观察病变与周围组织结构的关系。

（张祖燕）

参考文献

1. 马绪臣. 口腔颌面医学影像学. 北京：北京大学医学出版社，2006.
2. SC White，MJ Pharoah. Oral radiology：principles and interpretation. 6th ed. Mosby：Elsevier，2009.
3. 马绪臣. 口腔颌面影像医学图谱. 北京：人民卫生出版社，2004.
4. 刘洪刚，高岩. 头颈部肿瘤病理学和遗传学. 北京：人民卫生出版社，2006.
5. 吴运堂. 口腔颌面骨疾病临床影像诊断学. 北京：北京大学医学出版社，2005.
6. 邱蔚六，余强，燕山. 颌面颈部疾病影像学图鉴. 济南：山东科学技术出版社，2002.
7. 张雪哲，卢延. 骨骼病变放射鉴别诊断学. 第 2 版. 北京：科学出版社，2009.

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第 4 章

颞下颌关节疾病

在颞下颌关节疾病的 X 线检查中，口腔颌面锥形束 CT（cone beam computed tomography，CBCT）主要用于颞下颌关节疾病中最为常见的颞下颌关节紊乱病（temporomandibular disorders，TMD）的检查。本章将主要描述颞下颌关节紊乱病的锥形束 CT 检查及诊断。对于颞下颌关节强直和其他疾病的锥形束 CT 检查及诊断，本章亦进行了相应的描述。

一、颞下颌关节紊乱病

（一）概述

“颞下颌关节紊乱病”实际上是包括了颞下颌关节本身及其相关咀嚼肌的多种疾病实体的一个集合名词。其临床诊断包括躯体性疾病和与疼痛相关的功能丧失及心理状况评价两个方面。本节仅介绍颞下颌关节紊乱病躯体性疾病的 CBCT 检查与诊断。

1. 病因及病理　颞下颌关节紊乱病的病因长期以来存在争论，至今亦尚未完全清楚。目前多数学者倾向多因素学说，包括精神心理因素、殆因素、免疫学因素、创伤性因素、解剖学因素、关节负荷过重及代谢性因素等。颞下颌关节紊乱病骨关节病类，关节骨质及关节盘均呈退行性变化。病理学改变可见关节软骨变性、破坏，关节软骨表面带松解、断裂，并可出现水平向及垂直向的裂隙；髁突骨活力降低，表现为骨细胞明显减少乃至消失，骨陷窝空虚，骨纹理粗糙及骨微裂等改变；髁突密质骨板常有不规则增厚、骨髓腔变狭窄及密质骨、松质骨破坏；严重者骨及软骨广泛破坏与增生，可形成较大的骨赘，髁突可以变得短小。有的髁突密质骨板可出现小的裂隙，关节滑液可经此小裂隙进入密质骨板下，并逐渐积聚扩大，而形成囊肿样改变。此病变内衬里为纤维结缔组织，而并非真正的囊肿，因此又称之为“假囊肿（pseudocyst）”或密质骨板下囊肿（subcortical cyst）。关节结节覆盖软骨亦可发生与髁突类似的退行性改变。关节结节及关节窝的骨质破坏、增生可使关节窝变浅平，关节结节处可以形成骨赘。骨关节病患者常会存在关节盘穿孔，是关节盘的一种严重的退行性改变，常同时存在关节盘不同部位、不同程度的增厚、肉芽组织样变等。镜下检查可见关节盘胶原纤维断裂、玻璃样变及钙化等，严重者可使关节盘失去其正常功能。“关节结构紊乱类”主要表现为关节盘不同程度、不同方向的移位。病程迁延、经久不愈的关节盘移位，其病理改变亦为退行性改变。电镜观察常可见髁突软骨细胞和成纤维细胞的变性改变，软骨基质钙化及“蚓状小体”形成。“蚓状小体”是一种弹力组织变性，可促进髁突表面软骨覆盖组织的松解和断裂，与关节负荷过重有关。

2. 临床表现　颞下颌关节紊乱病自儿童至老年均可发生,青壮年多见,女性多于男性;包括了颞下颌关节本身及相关咀嚼肌的一组疾病,其临床表现是复杂和多变的。常见的临床表现为:①关节内弹响及杂音;②关节区及(或)相关咀嚼肌的疼痛,以咬肌疼痛最为多见,也常可伴有颞肌及翼外肌的疼痛;③开口受限,开口偏斜,开闭口不顺畅(卡住)等;④其他,可同时伴有头痛、耳鸣、耳痛、眼部不适、颈肩肌肉酸痛及上肢、腰背不适等。在临床上,颞下颌关节紊乱病躯体性疾病通常分为四类:①咀嚼肌紊乱疾病;②结构紊乱疾病;③炎性疾病;④骨关节病。

(二) CBCT表现

1. 关节间隙改变　关节间隙改变是颞下颌关节紊乱病最常见的一种X线征象。CBCT可以准确地显示关节间隙的变化。

(1) 健康成人关节间隙:根据王瑞永、马绪臣等对50名健康成人的100侧颞下颌关节以锥形束CT采用不同测量方法测量结果,健康成人在正中𬌗位时关节上间隙为3.26±0.74mm~3.46±0.79mm,关节前间隙为2.19±0.57mm~2.59±0.75mm,关节后间隙为2.26±0.59mm~2.65±0.68mm。该研究采用5种测量方法进行测量的结果表明,髁突前位率为5%~28%,中位率为43%~65%,后位率为21%~42%。每种测量方法中均以髁突中位率为最高,说明髁突多位于颞下颌关节窝的中央位置,但并非完全居中,而是具有一定的变异范围,在此变异范围之内,应视为正常的髁突生理位置,而不应作为关节间隙异常改变的诊断依据。这一研究是自300名健康成人中严格筛选出的50名符合试验设计要求的健康成人,年龄为20~30岁,其中男性18名(36侧关节),女性32名(64侧关节)。全部受试人员均无颞下颌关节紊乱病史,开口度和开口型正常,上、下第一磨牙为中性关系,无正畸及𬌗治疗史,无颞下颌关节外伤史,无风湿、类风湿及其他系统病史。在行CBCT检查时使用头颅固定架及光标定位系统严格定位,使受试者面部正中矢状面与地平面垂直,眶耳平面与地平面平行,保持在正中𬌗位下进行CBCT检查。在扫描后,首先在髁突最大横断面上进行髁突水平角校正,使髁突横轴呈水平位,然后选取经髁突内外径中点的矢状层面,利用Auto CAD计算机软件进行测量。因此可以认为这一测量结果是比较准确的。

有关无症状成人髁突位置中位率问题,不同作者采用不同的检查及测量方法,其结果是不同的,有较大的差异,分别为37%~70.3%不等。之所以有如此大的区别,主要原因为:①采用的X线检查方法不同,如采用许勒位片、侧位体层片、矫正许勒位片、矫正侧位体层片、矫正CBCT矢状位片等;②采用的测量方法不同,如不同的线性测量法及不同的关节间隙面积测量法等;③受试者的筛选标准不同。

多年来由于健康人群中髁突在关节窝中位置的变异及所应用检查技术和方法的不准确性,髁突在关节窝中的非中心位置对于颞下颌关节紊乱病的诊断价值始终存在着很大争议。王瑞永、马绪臣等的这一研究工作,采用矫正CBCT矢状位进行测量,且对受试者进行了严格筛选,其结果相对比较可靠。尽管健康成人髁突在关节窝中的位置有所变异,但以髁突中位率为最高,因此尚不能完全否定关节间隙变化对于颞下颌关节紊乱病的诊断价值。

(2) 颞下颌关节紊乱病的关节间隙变化:颞下颌关节紊乱病关节间隙改变有多种

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

情况，包括整个关节间隙增宽，表现为髁突下移位（图 4-1）；整个关节间隙变窄，表现为髁突上移位（图 4-2）；关节前间隙增宽而后间隙变窄，表现为髁突后移位（图 4-3）；以及关节前间隙变窄而后间隙增宽，表现为髁突前移位（图 4-4）等。其中以关节前间隙增宽而后间隙变窄（即髁突后移位）为临床上最常见到的关节间隙改变。关节间隙或髁突位置的变化常可为两种情况同时存在，如髁突后下移位，前下移位，前上移位及后上移位等。

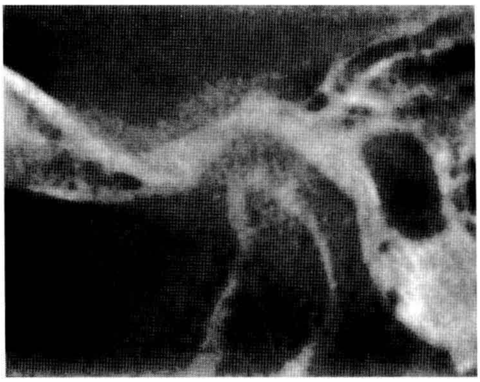


图 4-1　颞下颌关节 CBCT 矢状位片示关节间隙普遍增宽，表现为髁突下移位

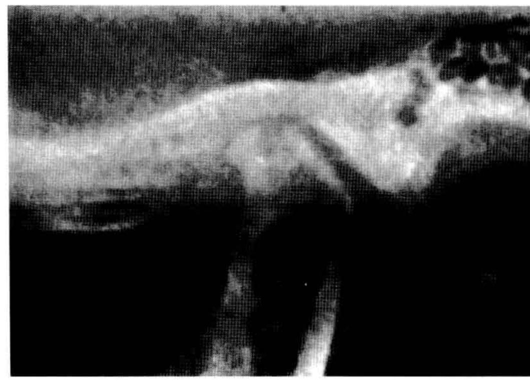


图 4-2　颞下颌关节 CBCT 矢状位片示关节间隙普遍变窄，表现为髁突上移位

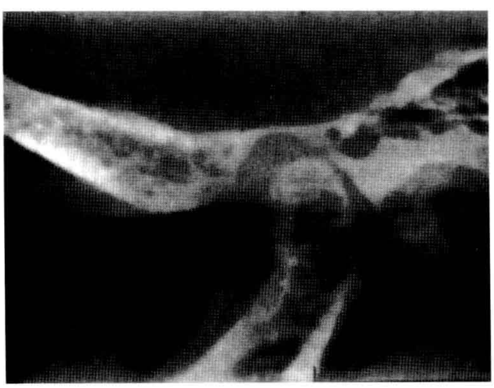


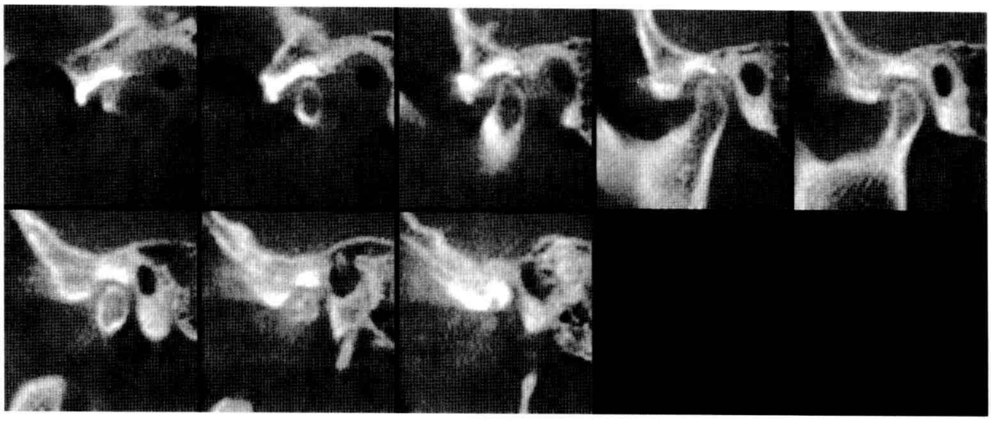
图 4-3　颞下颌关节 CBCT 矢状位片示关节前间隙增宽，后间隙变窄，表现为髁突后下移位



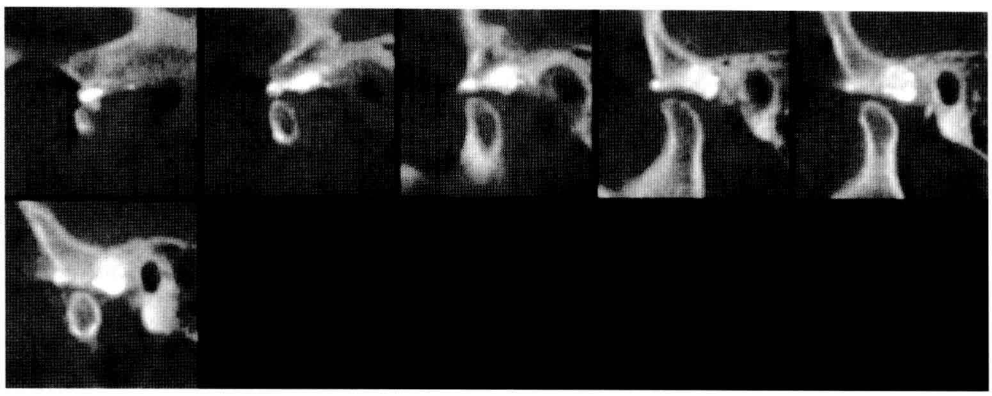
图 4-4　颞下颌关节 CBCT 矢状位片示关节前间隙变窄，后间隙增宽，表现为髁突前上移位

2. 关节盘病变　颞下颌关节紊乱病结构紊乱类主要包括各种关节盘移位及关节盘附着松弛或撕脱等。关节盘移位中以关节盘前移位最为常见，分为可复性盘前移位及不可复性盘前移位。此外，尚有关节盘内、外移位及旋转移位等，均较关节盘前移位少见。在骨关节病患者，常存在有关节盘穿孔。CBCT 关节造影可对多种关节盘移位及关节盘穿孔做出比较可靠的诊断。

（1）可复性盘前移位：CBCT 关节造影矢状位闭口片可见关节盘前移位，开口位片显示关节盘恢复正常位置，可见造影剂自前上隐窝全部或大部流入后上隐窝（图 4-5）。



(1)



(2)

图 4-5　可复性盘前移位

(1) 关节造影 CBCT 多层面矢状位闭口片示关节盘前移位;(2) 同一病例关节造影 CBCT 多层面矢状位开口片示前移的关节盘恢复正常位置

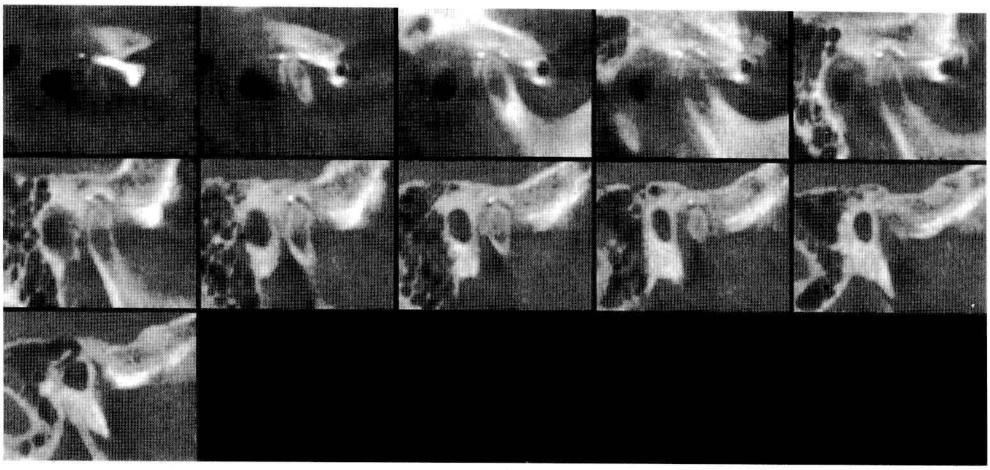
(2) 不可复性盘前移位:CBCT 关节造影矢状位闭口片可见关节盘前移位,开口位片示关节盘未能回复到正常位置而依然位于关节盘前方。前上隐窝造影剂多有部分积留(图 4-6)。

(3) 关节盘内移位:CBCT 关节造影冠状位片示关节盘大部位于髁突内侧,关节上腔内侧造影剂与髁突内极之间的宽度增加(图 4-7)。

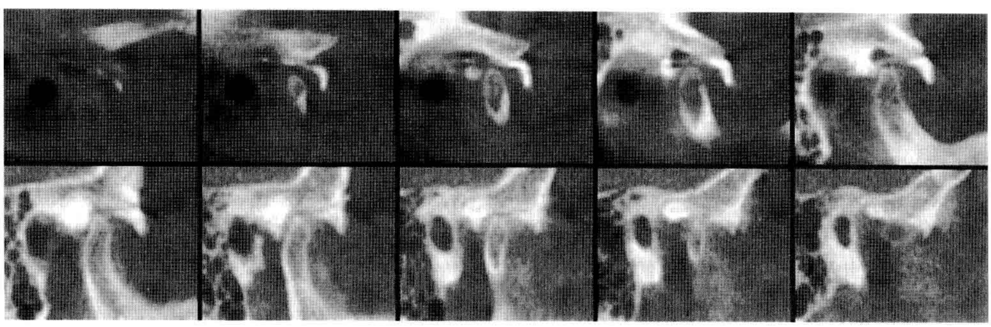
(4) 关节盘外移位:CBCT 关节上腔造影冠状位片示关节盘大部位于髁突外侧,关节上腔外侧造影剂与髁突外极之间的宽度增加(图 4-8)。

(5) 关节盘旋转移位:CBCT 关节上腔造影矢状位片显示关节盘前移位,而在冠状位片上示关节盘呈内侧或外侧移位,前者称为关节盘前内旋转移位,后者称为关节盘前外旋转移位。有的病例在 CBCT 关节造影矢状位多层面图像上显示不同的关节盘位置,如关节外侧造影图像上显示盘位大致正常,而在中、内侧造影图像上显示为盘前移位;或关节内侧造影图像上显示盘位大致正常,而在中、外造影图像上显示为盘前移位(图 4-9)。这些移位类型亦应属于关节盘旋转移位的范畴。关节盘旋转移位的诊断常涉及多个层面图像,有时会发生诊断困难。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注



（1）



（2）

图 4-6　不可复性盘前移位

（1）关节造影 CBCT 多层面矢状位闭口片示关节盘前移位；（2）同一病例关节造影 CBCT 多层面矢状位开口片示前移的关节盘未恢复正常位置，依然位于髁突前方

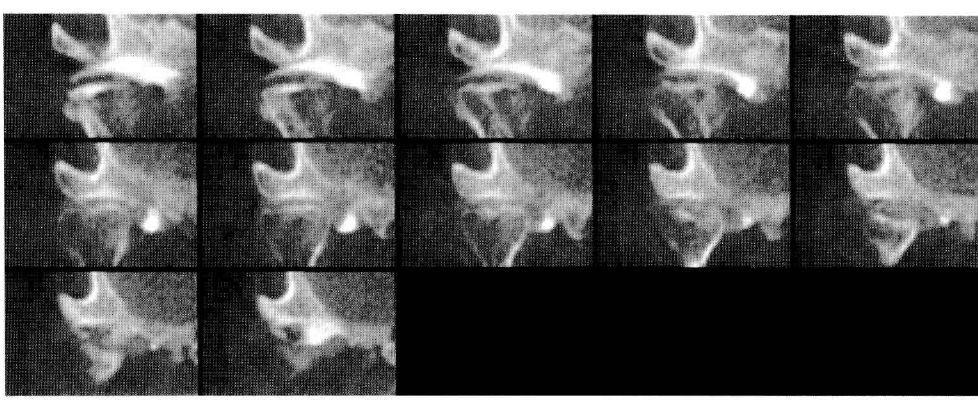


图 4-7　颞下颌关节造影 CBCT 冠状位闭口片示关节盘内移位，关节上腔内侧造影剂与髁突之间宽度明显增大

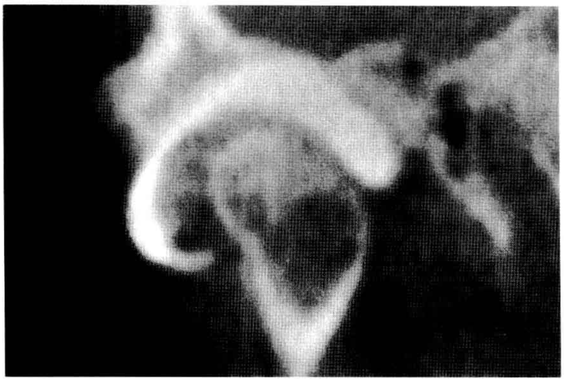


图 4-8　颞下颌关节造影 CBCT 冠状位闭口片示关节盘外移位，关节上腔外侧造影剂与髁突之间宽度明显增大

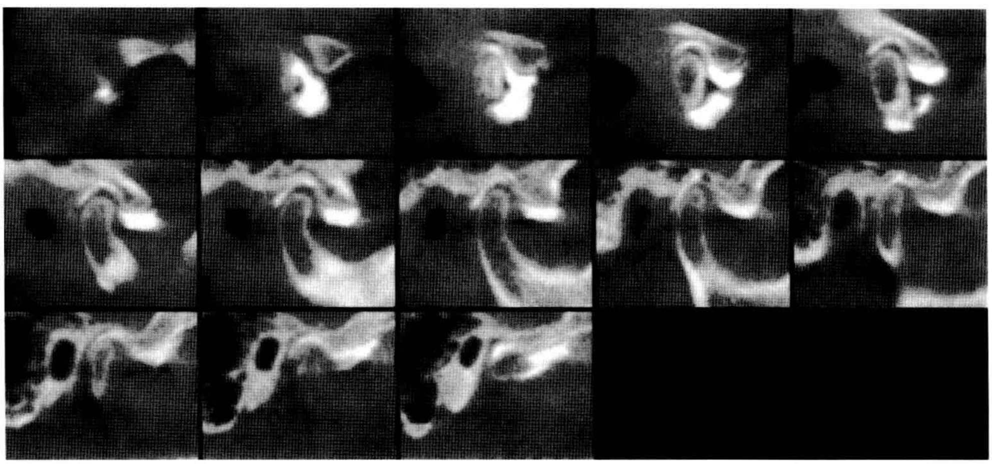


图 4-9　颞下颌关节造影 CBCT 多层面矢状位闭口片示关节盘旋转移位，可见外侧关节盘位置大致正常，而在中、内侧关节盘呈前移位

（6）关节盘穿孔：CBCT 关节造影矢状位及冠状位图像均可清楚显示。可见关节上、下腔均有明确的造影剂充盈，上、下腔造影剂之间低密度影像为关节盘的影像（图 4-10）。关节盘穿孔常会伴有关节盘移位改变，以关节盘前移位，特别是不可复性盘前移位为最多见。

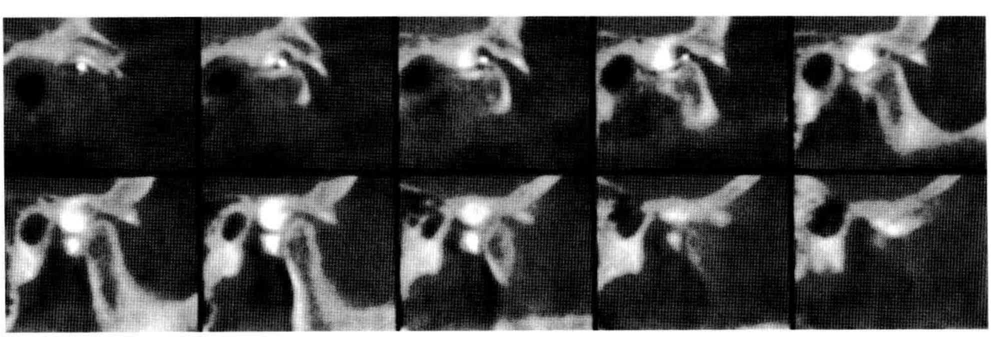
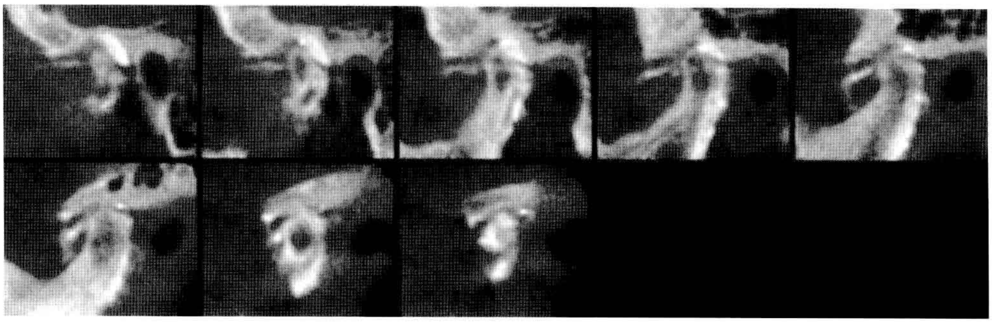


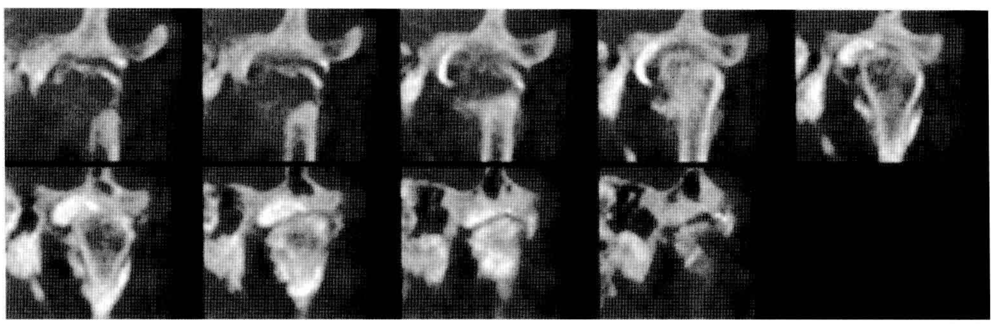
图 4-10　颞下颌关节上腔造影 CBCT 多层面矢状位闭口片（上列图像）、开口片（下列图像）示关节盘穿孔，可见关节上、下腔均有造影剂，关节盘位大致正常

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

（7）关节囊撕裂：在CBCT关节造影矢状位图像及冠状位图像上均可显示，可见造影剂自关节腔的不同部位漏出，以关节囊后部相对较多发生（图4-11）。在对关节囊撕裂做出诊断时，应特别注意排除因关节造影技术不熟练而致的关节囊撕裂假象，必要时应予重复造影检查。



（1）



（2）

图4-11　颞下颌关节上腔造影CBCT多层面矢状位闭口片（1）及冠状位闭口片（2）示关节盘穿孔及关节囊撕裂，可见造影剂自关节后下方及侧面漏出

3. 骨质改变

（1）髁突骨质硬化：表现为不同程度的密质骨板不规则增厚（图4-12）和（或）松质骨硬化，骨小梁融合（图4-13，4-14）。

（2）髁突骨质破坏：髁突骨质破坏的CBCT表现呈多样性，与髁突病变程度有直接关系，主要征象包括：①髁突密质骨板模糊不清，表现为密皮质密度减低，骨皮质白线消失，但骨纹理结构尚清晰，骨小梁排列亦无明显异常改变（图4-15，4-16）；②髁突骨质破坏缺损性改变，多发生于髁突顶部，于冠状位图像上显示最为清晰。破坏范围可大可小，由单纯小的密质骨板凹陷缺损（图4-17）到较广泛的骨质破坏（图4-18，4-19）均可发生。累及范围较大时，髁突密质骨板可以完全消失，髁顶部凹凸不平。病变部位常伴有骨小梁排列紊乱、破坏消失等。

（3）髁突囊样变：这一改变为典型的退行性改变。可以为一处或多处发生囊样改变。表现为低密度的圆形或类圆形病变，周围绕以高密度的硬化边缘。病变内骨小梁结构完全消失（图4-20）。

（4）髁突骨质增生：为骨关节病晚期X线改变征象。根据骨质增生的程度不同，可分为唇样变（图4-21）及骨赘形成（图4-22）两种情况。此征象亦为典型的退行性改变。骨赘形成时常伴随着骨关节病的其他X线征象（图4-21，4-22）。



图 4-12　颞下颌关节 CBCT 矢状位片示髁突密质骨板不规则硬化、增厚



图 4-13　颞下颌关节 CBCT 冠状位片示髁突松质骨硬化，可见密质骨板欠清晰，密质骨板下方松质骨硬化，骨小梁间界限模糊，有融合，密度增高



图 4-14　颞下颌关节 CBCT 冠状位片示髁突松质骨限局性硬化，可见髁顶中部密质骨板欠清晰，其下方局限性密度增高，骨小梁融合



图 4-15　颞下颌关节 CBCT 冠状位片示髁突密质骨板白线破坏消失，骨小梁结构无明显异常变化

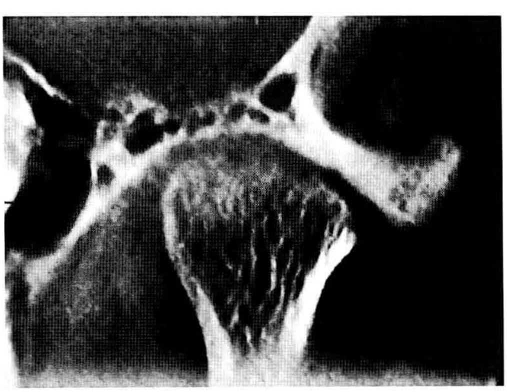


图 4-16　颞下颌关节 CBCT 冠状位片示髁突密质骨板白线破坏消失，髁突表面凹凸不平，髁突内侧顶部伴有硬化

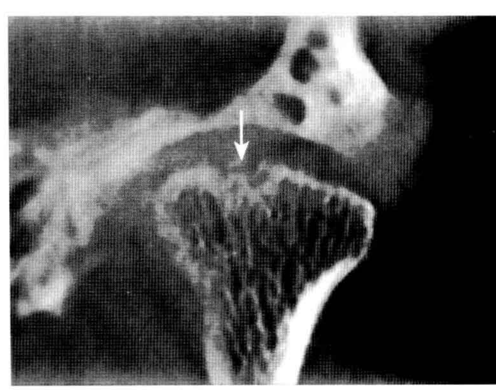


图 4-17　颞下颌关节 CBCT 冠状位片示髁突密质骨板白线部分消失，并形成小凹陷缺损（↑），局部骨小梁结构亦受到破坏

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

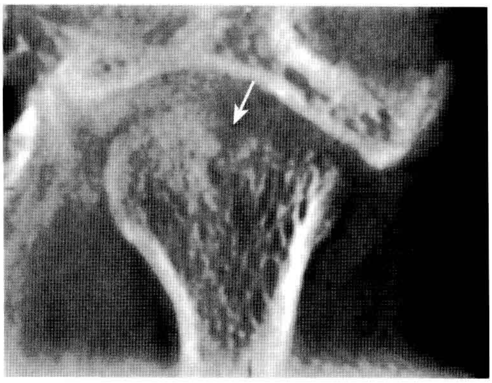


图 4-18 颞下颌关节 CBCT 冠状位片示髁突顶部密质骨板白线全部消失，并形成凹陷缺损（↑）

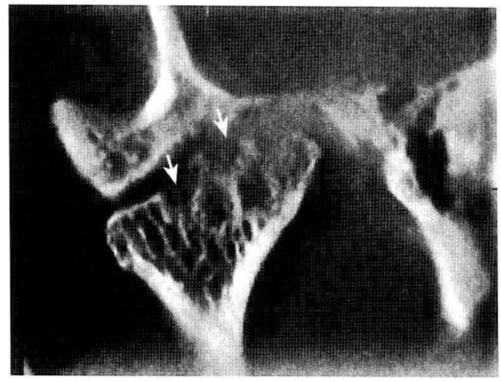


图 4-19 颞下颌关节 CBCT 冠状位片示髁突顶部密质骨板白线大部消失，髁突中内侧松质骨严重破坏（↑）

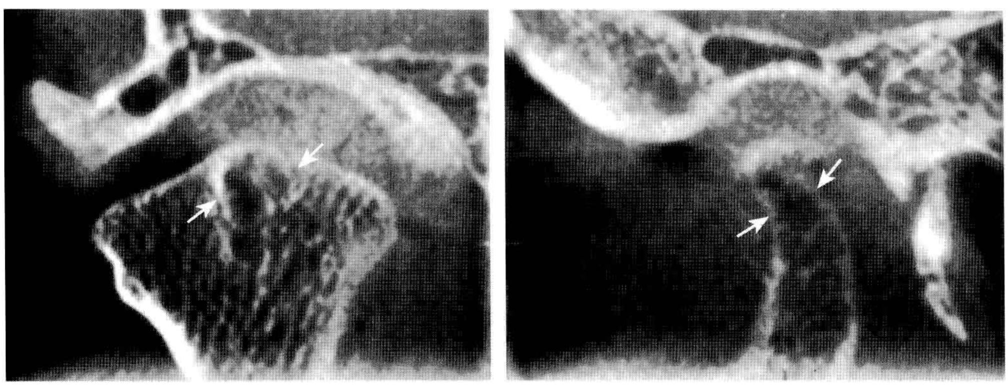


图 4-20 颞下颌关节 CBCT 冠状位片（左）及矢状位片（右）示髁突囊样变（↑）

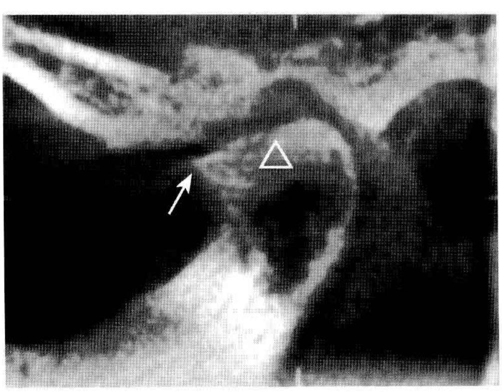


图 4-21 颞下颌关节 CBCT 矢状位片示髁突顶部硬化、磨平及骨质增生呈唇样变（↑）。同时可见关节结节硬化，正常密质骨板影像消失

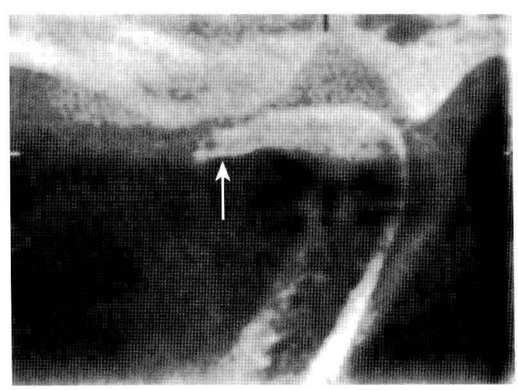


图 4-22 颞下颌关节 CBCT 矢状位片示髁突严重骨质增生，形成大骨赘（↑）

（5）髁突磨平、变短小：此改变往往为骨关节病的晚期征象。在髁突经历了破坏之后，其高度可以减低而变得趋于扁平（图 4-23）。病变稳定时，可见其表面密质骨板部分或全部恢复（图 4-24）。



（1）



（2）

图 4-23　颞下颌关节 CBCT 冠状位片（1）及矢状位片（2）示髁突磨平、变短，密质骨板破坏消失

（6）髁突松质骨结构变化：刘树铭等对健康青年人髁突松质骨结构 CBCT 分析结果表明，髁突顶部骨小梁走行与髁突表面垂直，髁颈部髁小梁走行与髁颈长轴平行。其对 80 名健康青年人髁突松质骨结构 CBCT 冠状位正中层面的测量结果为：骨小梁体积分数、骨小梁厚度、骨小梁数目和骨小梁分离度的平均值分别为 (50.9 ± 1.44)%，(397.87 ± 12.56) μm，(1.29 ± 0.06) mm^{-1} 及 (382.04 ± 25.55) μm。髁突上区骨小梁体积分数最高，骨小梁数目最多，骨小梁厚度和骨小梁分离度最小。髁突下区骨小梁体积分数最小，髁突中区和下区的骨小梁数目较上区少，骨小梁厚度和骨小梁分离度较上区大。



图 4-24　颞下颌关节 CBCT 冠状位片示髁突磨平、变短，密质骨板大部恢复

刘树铭等对颞下颌关节骨关节病髁突松质骨结构 CBCT 分析初步结果表明，骨关节病髁突浅区松质骨结构较正常关节髁突骨体积分数增加，骨小梁厚度增厚，骨小梁数目减少，但骨小梁分离度无明显变化；而髁突深区松质骨结构与正常关节髁突无显著性差异。髁突浅区松质骨结构的这些变化可减小髁突软骨下松质骨对关节负荷的缓冲能力，从而可加重应力对关节软骨的损害。

（7）关节结节及关节窝硬化、变浅平：颞下颌关节骨关节病可同时累及关节结节和关节窝。其常见的典型病变为关节结节硬化同时伴随有关节窝顶的骨质增生，从而使关节窝变得浅平，关节间隙狭窄。在关节窝明显变浅平时，常同时存在髁突的骨质增生、变短小及关节盘变薄、穿孔等退行性改变，这一征象在老年骨关节病患者更为多见（图 4-25，4-26）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

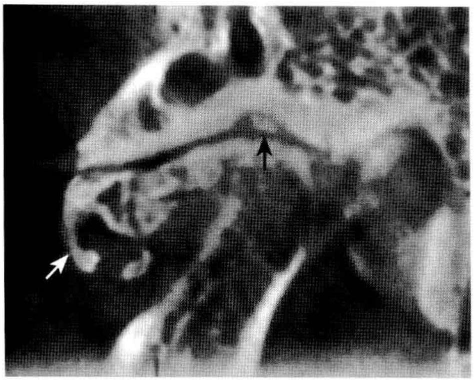


图4-25 颞下颌关节 CBCT 矢状位片示老年骨关节病患者髁突严重骨质增生，大骨赘形成，关节结节及关节窝明显硬化，关节窝变浅平。同时可见关节囊钙化（白色↑）及关节腔内的游离体（黑色↑）

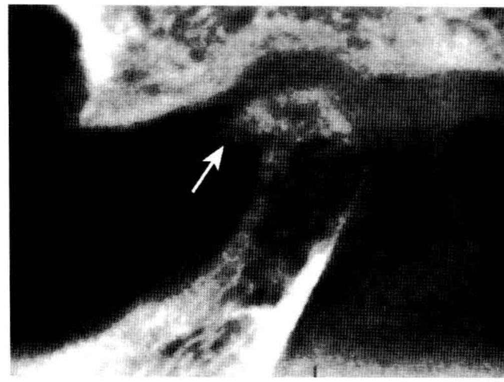


图4-26 颞下颌关节 CBCT 矢状位片示老年骨关节病患者髁突硬化、骨质增生及骨赘（↑）形成，关节结节及关节窝明显硬化，关节窝变浅平

（三）其他影像学表现

1. 关节间隙改变　由于锥形束 CT 目前尚未在国内普及，对于颞下颌关节紊乱病关节间隙的检查仍以许勒位片为最多。此外，侧位体层片亦仍在应用。

（1）许勒位片：优点是应用许勒位片观察关节间隙的主要优点为所应用设备相对较为普及，且可利用综合性医院放射科 X 线机拍摄；为一在临床应用多年的成熟技术，费用较低廉；可以对关节间隙改变进行初步评价，且可同时显示髁突及关节结节、关节窝等骨质结构等。

缺点是许勒位片评价关节间隙的最大缺陷在于其为有角度投照，不能准确地反映关节侧位的关节间隙。因此，国内外学者曾以矫正许勒位片取代许勒位片来显示关节间隙。由于在投照时对患者髁突水平角和垂直角进行了校正，矫正许勒位片可以较准确地显示关节外侧间隙，但其投照技术要求较严格，且拍摄前需先行拍摄颅底位片及关节后前位体层片或头颅正位片以测量髁突水平角和垂直角，然后才能在摄取矫正许勒位片时矫正髁突的水平角和垂直角。而 CBCT 则克服了许勒位的这一缺陷，在完成轴位扫描后，利用计算机软件操作，极易进行髁突水平角的校正，然后据此便可获得校正后的关节矢状位任一层面的图像，可以准确地反映关节侧位的前后关节间隙情况。

（2）侧位体层片：关节侧位体层片较许勒位片可以较准确地反映某一层面关节间隙的情况，在拥有体层摄影 X 线机的单位，仍不失为对关节间隙进行一般性评估的有价值的一种检查方法。但常规的关节侧位体层片仍由于受到髁突水平角及垂直角的影响，而不能准确地反映关节侧位的关节间隙。因此，在 CBCT 问世之前，国内外均有学者采用矫正侧位体层的摄影方法，在拍摄时首先通过矫正患者头位来矫正髁突的水平角或同时矫正髁突的水平角及垂直角，然后再进行拍摄。这样获得的水平矫正关节侧位体层片（拍摄时仅矫正髁突水平角）或完全矫正侧位体层片（拍摄时同时矫正髁突水平角及垂直角）可以较常规的标准关节侧位体层片更为准确地显示关节侧位的关节间隙。但与 CBCT 比较，其拍摄技术复杂，对拍摄人员的技术操作要求较高，摄影时对患者头位的矫正缺乏准确性和可靠性，而且

在摄影前亦需先行拍摄关节后前位体层片和颅底位片以获得髁突的垂直角和水平角。

2. 关节盘病变

（1）普通关节造影检查：普通关节造影即在关节上腔或下腔注射造影剂后拍摄许勒位闭、开口位片，侧位体层闭、开口位片及冠状位闭口体层片。这一检查方法已在临床应用了半个多世纪，是一项成熟的检查技术。

优点：①可以较准确地对关节盘移位及关节盘穿孔做出诊断（图 4-27）；②有荧光透视设备者可同时对髁突和关节盘的运动进行动态观察；③操作简便，所需要的 X 线检查设备相对较易于获得；④费用相对低廉；⑤便于同时进行关节造影检查及关节腔内药物注射治疗。

缺点：①需要进行关节腔内穿刺；②仅能获得许勒位片图像及有限层面的侧位体层图像；③不能显示关节盘及关节其他软组织结构的直接影像。

（2）磁共振检查：近 20 余年来，磁共振检查已日益广泛地用于关节盘病变的检查，并在对关节盘移位及其他关节内软组织检查上逐渐取代了关节造影检查。

优点：①可直接显示关节盘的影像，观察直观、确切。可准确、清楚地显示关节盘的位置及形态（图 4-28），其准确度和清晰度远远超过关节造影检查；②检查时无需进行关节腔穿刺；③无放射损害；④可获得关节矢状位闭、开口及冠状位多个层面的图像，可清楚显示关节盘及其他软组织病变，这是关节造影检查无法比拟的。



图 4-27　颞下颌关节上腔造影侧位体层片示关节盘穿孔伴关节盘前移位及变形



图 4-28　颞下颌关节矢状位磁共振质子像示关节盘前移位伴髁突前方骨质增生呈唇样改变（↑）

缺点：①在显示关节盘穿孔病变时，磁共振检查的敏感度低于关节造影检查；②目前尚无法对关节运动进行真正意义上的实时动态观察。

CBCT 关节造影克服了普通关节造影仅能获得少数关节层面造影图像的缺陷，可以获得关节造影矢状位、冠状位及轴位多个层面的图像，从而更有利于对关节盘位置和关节盘穿孔的诊断。但 CBCT 造影依然需进行关节穿刺，依然不能显示关节盘及关节内其他软组织的直接影像，这与磁共振检查依然是无法比拟的。因此，在条件允许时对于关节盘和关节内软组织病变的检查应首选磁共振检查。随着磁共振设备在我国的普及及检查费用的降低，磁共振检查在临床上的应用已日益广泛。但在临床上疑有关节盘穿孔病变而在磁共振图像

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

上又未能显示时，应采用关节造影检查。对于小的关节盘穿孔，数字减影关节造影具有很高的敏感度（图 4-29）。

3. 骨质改变　对于颞下颌关节紊乱病骨质改变，常用的影像学检查方法包括许勒位片、髁突经咽侧位片、曲面体层片、CBCT、传统医用 CT 及磁共振检查。这些检查方法均可显示颞下颌关节骨关节病的常见病变，如髁突硬化、增生、破坏、囊样变、磨平变短小等，但各种检查方法具有不同的优缺点和应用指征。在临床检查及诊断中应予以注意。



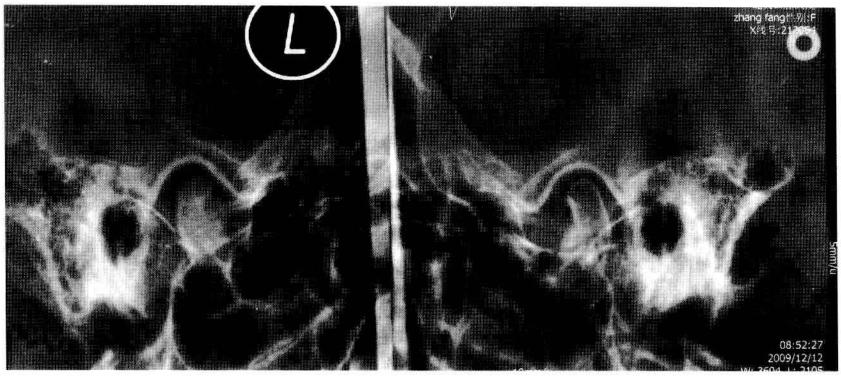
图 4-29　数字减影颞下颌关节上腔造影示关节盘小穿孔，可见少量造影剂自关节上腔进入关节下腔（↑）

（1）许勒位片：多年来许勒位片作为颞下颌关节紊乱病诊断的一种常用 X 线检查方法，其可同时显示关节间隙及骨质情况，常用于初诊患者病变的初筛检查。许勒位片在显示关节间隙方面的评价已如前述。在骨质显示方面，许勒位片可提供关节整体骨质结构的图像，可显示关节窝、关节结节及髁突的骨质变化，包括较早期的病变征象，这对于确定是否应行进一步检查有重要参考价值（图 4-30）。在关节窝及髁突形态改变，特别是显示骨关节病的晚期关节窝变浅平、髁突骨质增生致关节间隙狭窄等关节整体退行性变时，颇具诊断价值。此片在显示关节骨质方面的最大缺陷为颞骨岩部、垂体窝后床突等结构的影像与关节结构影像重叠和乳突蜂房的干扰，以及受投照角度影响较多等。CBCT 检查则不存在许勒位片的缺陷，不存在关节结构受其他结构影像干扰及重叠的问题，可作为许勒位片发现可疑骨质病变时的一种进一步检查方法（图 4-30）。

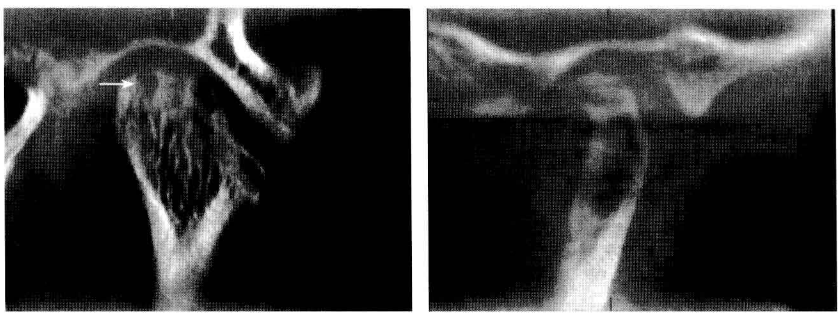
（2）髁突经咽侧位片：在 CBCT 问世之前，髁突经咽侧位曾作为对髁突骨质病变检查的主要方法之一，其投照方法的设计使髁突可以清楚显示而避开了颅骨结构的重叠。这恰恰克服了许勒位关节骨质结构与颞骨岩部、垂体窝后床突等影像重叠而影响髁突骨质病变观察的缺陷，且投照设备仅用普通牙科 X 线机即可。因此，多年来许勒位片与髁突经咽侧位片曾共同作为对颞下颌关节紊乱病的常规检查方法。此片对于显示髁突磨平、变短小、囊样变及骨质增生（图 4-31）等方面具有一定优势，目前仍为颞下颌关节紊乱病常用的 X 线检查方法之一。与 CBCT 比较，髁突经咽侧位片的缺陷或局限性为其仅能提供髁突的侧斜位影像，且较易受投照技术的影响；而 CBCT 则可经一次扫描提供关节矢状位、冠状位及轴位的多层图像，从而为临床诊断提供了更丰富的资料，对于关节骨质改变的诊断亦更具价值。

（3）关节体层片：关节正侧位体层片均曾广泛应用于对关节骨质病变的检查，可以较清楚地显示关节正、侧位骨质情况。与 CBCT 检查相比，由于体层摄影技术所限，显示关节结构层面往往有限，所提供的图像资料亦远较 CBCT 为少。随着 CT 机的日益普及，体层摄影检查已逐渐减少。

（4）曲面体层片：随着曲面体层机的日益普及，曲面体层摄影检查已日益广泛地用于颞下颌关节疾病的常规检查。曲面体层片可以较清楚地显示髁突硬化、破坏、磨平变短、囊样变及骨赘等多种骨关节病的 X 线征象。有作者报告曲面体层片与 CBCT 比较，在诊断骨



(1)



(2)

图 4-30　颞下颌关节骨关节病患者

(1) 许勒位片示左髁突密质骨板欠清晰,髁顶部似有骨质增生,松质骨硬化,密度增高但不均匀。右髁突骨质正常;(2) 颞下颌关节 CBCT 冠状位片(左)示髁突密质骨板不完整,内侧有囊样变(↑),松质骨内可见散在硬化。颞下颌关节 CBCT 矢状位片(右)示髁突前方存在明确的骨质增生

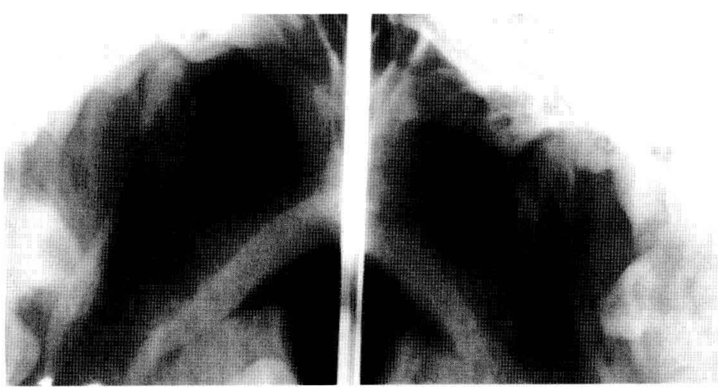


图 4-31　髁突经咽侧位片示双髁突磨平、变短,密质骨板欠清晰,左髁突骨质增生呈唇样变

关节病的检出率上无统计学显著性差异。此外,曲面体层片可同时显示双侧关节骨性结构,可以观察、比较双侧上、下颌骨的情况,这在关节及颌骨发育性疾病的诊断中具有重要意义(图 4-32)。但应看到,曲面体层片仅提供关节一个层面的图像资料,而 CBCT 则可以提供关

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

节轴位、矢状位、冠状位三维图像资料，可以显示关节骨质病变的确切部位和范围，且可显示髁突内骨小梁结构的变化，这均是曲面体层检查所无法实现的（图 4-33）。此外，采用曲面体层检查关节时，应注意避免髁突与蝶骨角棘重叠，以利于对髁突的观察。

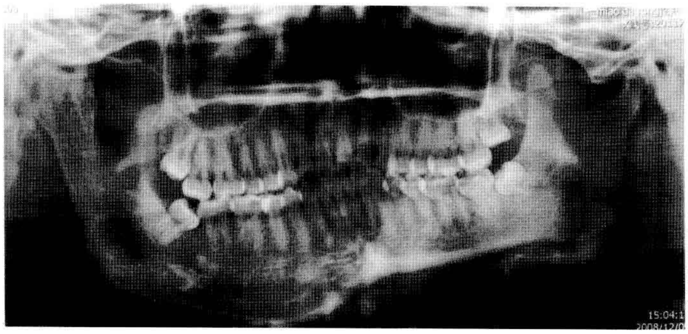
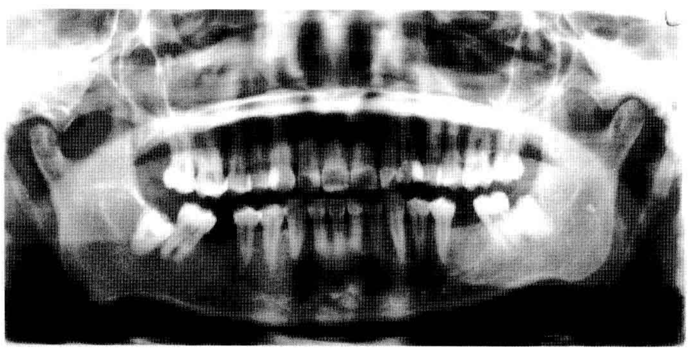
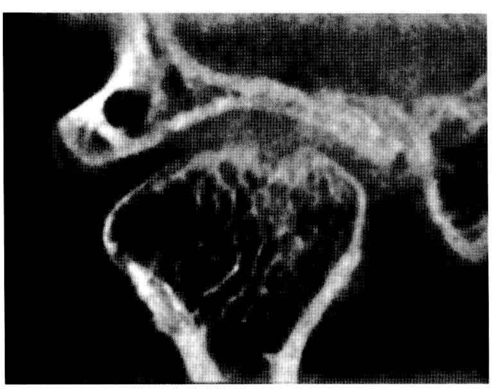


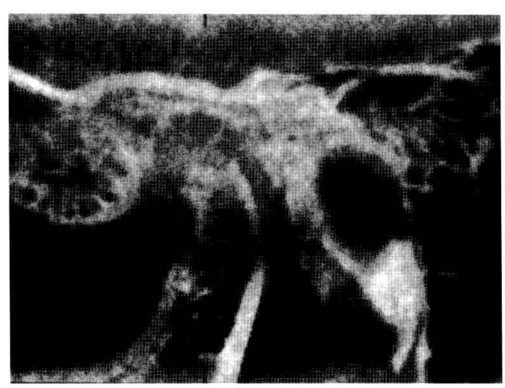
图 4-32 曲面体层片示双侧下颌骨不对称畸形，右髁突肥大，右下颌骨体、升支明显大于对侧



（1）



（2）



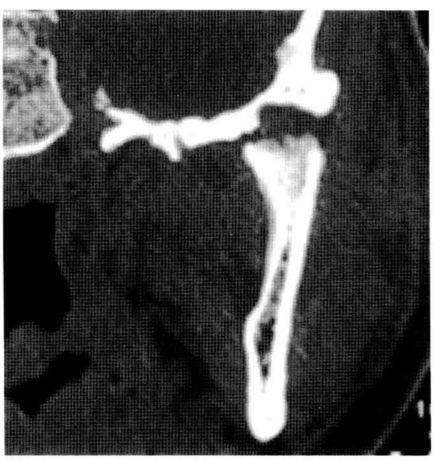
（3）

图 4-33 颞下颌关节骨关节病患者

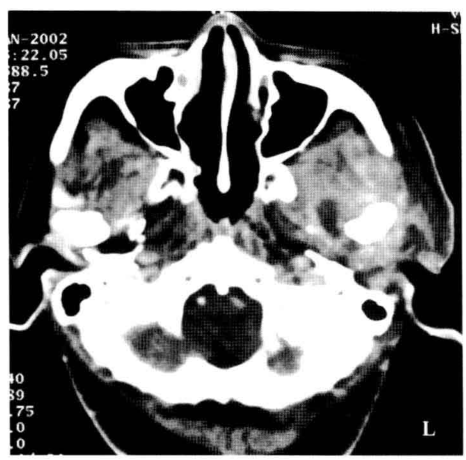
（1）曲面体层片示右髁突密质骨板欠清晰，髁顶部似有骨质小缺损，但不明确；（2）同一患者右关节 CBCT 冠状位片示髁突顶部内侧密质骨板不连续，小凹陷缺损及松质骨硬化，骨小梁融合；（3）同一患者右关节 CBCT 矢状位片示髁突顶部后方密质骨板破坏，并形成凹陷缺损

应予注意的是，尽管 CBCT 检查对于颞下颌关节紊乱病的诊断较以往传统的 X 线检查（如许勒位，经咽侧位，曲面体层等）有更大的价值，但终因其辐射剂量较后者相对较大，不能常规取代以往传统的 X 线检查方法。在确定颞下颌关节紊乱病的 X 线检查方法时，必须充分考虑患者获益和付出代价间的平衡，掌握好适应证。

（5）传统医用 CT 检查：自 20 世纪 70 年代后期，传统医用 CT 即已用于颞下颌关节骨病变的检查；特别是在除外关节肿瘤及瘤样病变时，具有极其重要的价值。传统医用 CT 较 CBCT 的密度分辨率要高得多，因此可以采用骨窗观察关节骨质情况，而采用软组织窗则可用于观察咀嚼肌及相关的软组织病变（图 4-34）。另一方面，CBCT 机的空间分辨率一般要高于传统医用 CT 机，因此 CBCT 机在显示髁突内部骨小梁结构方面，要优于一般传统医用 CT。虽然传统医用 CT 与 CBCT 均可获得关节轴位、矢状位及冠状位的多层面高质量图像，但 CBCT 检查对于患者的辐射剂量却远小于传统医用 CT 的常规相应检查，这是 CBCT 检查相比传统医用 CT 检查的另一个优势。在对颞下颌关节骨关节病骨质病变进行 CBCT 检查时，应注意不同参数的 CBCT 机由于其分辨率有所不同，对于病变的检出率会有所区别。此外，用于诊断的 CBCT 图像的不同层厚亦会对病变诊断或检出率产生影响。



（1）



（2）

图 4-34　颞下颌关节化脓性关节炎患者

（1）传统医用 CT（骨窗）图像示左侧颞下颌关节髁突顶部密质骨板破坏消失及髁顶部松质骨破坏征象；（2）同一患者传统医用 CT 软组织窗图像示左侧翼外肌、颞肌肿胀，正常肌间隙消失，左髁突内侧可见低密度脓肿形成影像

（6）磁共振检查：近 20 余年来，磁共振已日益广泛地用于颞下颌关节紊乱病的检查，特别是对于关节盘位置和形态的检查，已显示出其突出的优越性。同样，研究亦表明，磁共振对于关节骨质病变的诊断能力并不亚于 CT。磁共振可采用 T_1、T_2 及质子扫描图像观察关节骨改变，并进行综合判断。可以清楚地显示髁突骨赘，髁突密质骨硬化增厚、破坏、凹陷缺损及磨平变短等改变（图 4-35，4-36）。同时，磁共振图像尚可显示髁突骨髓的异常改变，如髓质骨硬化、水肿等病变（图 4-37，4-38）。与 CBCT 比较，磁共振图像上不能直接、清楚地显示髁突内骨小梁的结构及走行；但磁共振图像却能很敏感地显示骨髓水肿等病理改变，则为 CBCT 及传统医用 CT 所不及。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图 4-35　颞下颌关节矢状位磁共振质子像示关节盘前移位伴髁突前方密质骨板增厚、硬化及骨赘形成（↑）



图 4-36　颞下颌关节矢状位磁共振质子像示髁突明显磨平、变短，关节盘前移位、变性

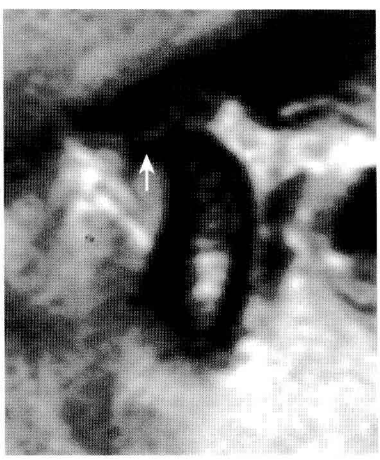


图 4-37　颞下颌关节矢状位磁共振质子像示髁顶部密质骨板明显增厚及骨赘（↑），髁突松质骨内可见散在的低信号改变，为髁突松质骨硬化征象



图 4-38　颞下颌关节矢状位磁共振 T2 像示髁突松质骨水肿呈高信号改变

（四）鉴别诊断

1. 关节间隙变化

（1）关节间隙增宽：当 X 线检查显示关节间隙增宽，髁突明显前下移位时应注意与以下情况进行鉴别：①化脓性关节炎，关节腔内浆液性或脓性渗出液积聚；②类风湿性关节炎，关节内浆液性渗液积聚；③创伤性关节炎，关节内浆液性渗液或积血；④关节内占位性病变，如髁突、关节盘及关节窝来源的新生物；⑤肌源性急性错船，致髁突前下移位等。

（2）关节间隙变窄：骨关节病晚期可出现明显的关节间隙变窄。此时，多同时伴有髁突及关节结节、关节窝相应的退行性变化征象，如髁突骨质增生、硬化、囊样变及关节结节、

关节窝硬化，关节窝变浅平等(图 4-25)。磁共振及关节造影图像常可显示关节盘变薄及穿孔。当许勒位片发现有关节间隙普遍狭窄，而无髁突及关节结节、关节窝之相应退行性改变征象时，应注意因关节解剖学因素或投照角度影响而致之假象，此时行关节体层摄影或 CBCT 检查即可明确诊断。

此外，关节间隙变化可能与关节盘移位有一定关系，但无确定性相关关系。健康成人中髁突在关节窝中的位置存在较大变异，不能仅凭髁突的位置对关节盘位作出准确的判断，而应结合临床情况并进行关节造影或磁共振检查方能确定。

2. 关节骨质破坏　颞下颌关节骨关节病常可见关节骨质破坏 X 线征象，如髁突密质骨板模糊不清，小的凹陷缺损，密质骨板中断、消失等；但当髁突骨质出现较广泛破坏或同时伴有关节结节、关节窝骨质破坏时，应特别注意与以下情况进行鉴别：①关节内的占位性病变，特别是某些恶性肿瘤，如转移瘤，髁突骨肉瘤、软骨肉瘤等。某些关节内良性肿瘤及瘤样病变亦可引进髁突及关节窝的骨质破坏性改变，如滑膜软骨瘤病、色素沉着绒毛结节性滑膜炎、腱鞘纤维瘤等。此时进行 CT 及磁共振检查是必要的；②类风湿性关节炎，病情严重、处于活动期的类风湿性关节炎可造成较广泛的骨质破坏，很少有成骨现象，严重患者晚期可导致关节强直；③强直性脊柱炎，可出现关节结节、关节窝及髁突的广泛骨质破坏，临床上常伴有中-重度开口受限及全身相关症状；④化脓性关节炎未能得到及时的治疗，则可出现广泛的关节骨质破坏，并最终可导致关节纤维性强直乃至骨性强直；⑤髁突结核，可表现为髁突较广泛的破坏或空洞样骨质破坏，传统医用 CT 检查常可见翼外肌肿胀等相伴征象。

在关节骨质破坏的鉴别诊断中，必须密切结合临床情况，绝不能仅依靠 X 线学改变而简单地做出诊断结论。在根据临床情况及已有的 X 线检查资料不能做出诊断时，应进行 CT、磁共振及其他相关检查，以帮助明确诊断。

二、颞下颌关节强直

(一) 概述

关节强直系指由疾病、损伤或外科手术而导致的关节固定和运动丧失。颞下颌关节强直可严重影响患者的生活质量，在临床上分为真性关节强直和假性关节强直。

1. 病因病理　颞下颌关节真性强直常见的原因为关节创伤、化脓性炎症及类风湿性关节炎等，而以儿童发育时期的创伤及化脓性感染最为常见，包括纤维性强直及骨性强直两种。关节骨性结构及其软骨覆盖和关节盘在致病因素作用下受到严重破坏，之后为富含血管的纤维结缔组织所修复、取代，增生的纤维结缔组织可经骨破坏处长入骨髓腔，使受到破坏的髁突、关节结节及关节窝等结构愈着、固定为一体，从而丧失了关节的运动功能。早期为纤维性强直，关节盘可大部或部分存留；随病变发展，愈着在一起的纤维结缔组织不断发生钙化、骨化，而最终将髁突、关节结节和关节窝完全融合，形成一致密的骨性团块，即关节骨性强直。病变严重、广泛者，破坏的关节骨性结构可与颧弓发生骨性融合，甚至可累及乙状切迹及下颌升支。

颞下颌关节假性关节强直或关节外强直是指由于坏疽性口炎或累及上、下颌骨的广泛损伤而导致的口腔颌面部软组织瘢痕挛缩，也可发生上、下颌骨间的骨性愈着。

2. 临床表现　颞下颌关节真性、假性强直的主要临床表现均为严重的开口受限乃至完

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

全不能开口。经外耳道触诊时可发现纤维性关节强直患者髁突可有轻微动度，而骨性强直患者则髁突完全没有动度。颞下颌关节假性强直患者是否存在髁突的轻微动度则取决于颌间瘢痕的范围、钙化或骨化程度以及是否同时伴有上、下颌骨间的骨性愈着。

关节强直发生于儿童发育期者，可严重影响下颌骨的发育，双侧关节均发生强直者，可导致双侧下颌骨发育障碍，颏部后缩形成小颌畸形。成人发生关节强直者，因其颌骨发育已经完成，故可无明显颌骨畸形存在。

（二）CBCT 表现

纤维性强直：关节结节、关节窝及髁突均可见有不同程度的破坏，密质骨丧失，骨表面形态不规则，严重者可表现为凹凸不平，关节间隙密度增高（图 4-39）。

骨性强直：关节结节、关节窝及髁突完全失去正常形态，且融合形成一高密度的骨性团块。骨化严重者表现为一致密骨球样结构。有的患者在致密的骨融合团块内可见有相对密度较低的不规则带状影像，为尚未完全骨化的残留的关节盘影像，这在较近期发生的创伤所致的关节骨性强直中相对较为多见（图 4-40）。



图 4-39　颞下颌关节纤维性强直患者关节 CBCT 冠状位片示髁突骨质破坏、表面凹凸不平，关节窝表面密质骨板消失，骨表面模糊不清，关节间隙不规整，密度增高

（三）其他影像学表现

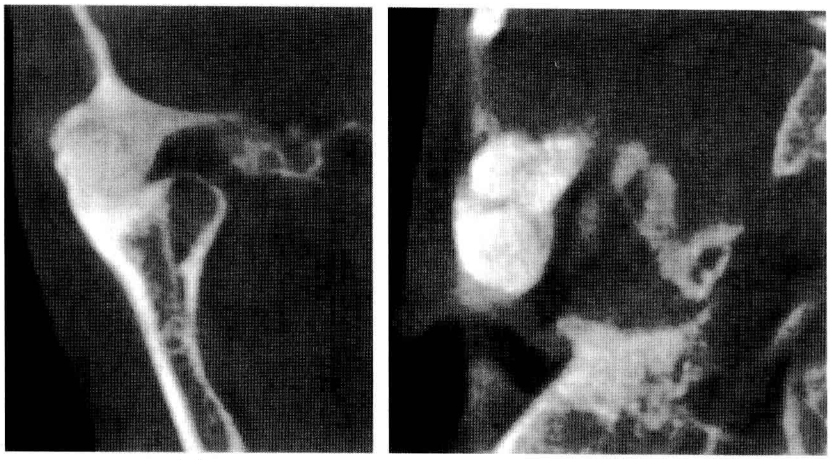
临床上常用于关节强直诊断的 X 线检查方法除 CBCT 外，尚包括许勒位片、曲面体层片、关节正侧位体层片及传统医用 CT。依据这些片位均可对关节强直做出诊断。

1. 许勒位片　许勒位片对纤维性强直有一定的诊断价值，根据关节结节、关节窝及髁突的不规则破坏及关节间隙增高等特点（图 4-41），可以进行诊断。但对于骨性强直，则可因颅骨影像的重叠干扰而影响诊断。

2. 关节正、侧位体层片　在对纤维性强直诊断方面与许勒位片有相近的参考价值，可以依据其所显示的 X 线特点予以诊断。在对骨性强直的诊断方面，其可以清楚地显示强直骨病变的范围及骨化程度（图 4-42），对手术治疗设计有指导价值，优于许勒位片。但与 CBCT 和传统医用 CT 检查相比较，则体层摄影所提供的关节层面数量有限，资料也不够丰富，图像质量也相对较差。

3. 曲面体层片　曲面体层片可以清楚地显示强直骨球的大小及范围（图 4-43），在骨球累及乙状切迹、下颌升支及颧骨时，可于曲面体层片上直观显示，利于诊断。此外，曲面体层片可同时显示双侧关节的情况，亦有利于临床诊断及鉴别诊断，这在初筛 X 线检查时尤为重要。曲面体层片的限度为不能显示强直骨球内侧累及的范围及与颅底重要结构的关系。此外。曲面体层片对纤维性强直的诊断价值甚微，一般多仅显示髁突密质骨板破坏或形态不规则等。

4. 传统医用 CT　传统医用 CT 检查和 CBCT 检查均可提供关节轴位、矢状位及冠状位的多层面图像资料，均可清楚地显示强直骨球的大小及其与周围结构的关系（图 4-44），对



（1）　　　　　　（2）

图 4-40　创伤性颞下颌关节骨性强直患者

（1）关节 CBCT 冠状位片示右关节外侧强直骨球，其中可见一低密度窄条影像，为残留的关节盘影像；（2）同一患者关节 CBCT 轴位片示右关节强直骨球及其中残留关节盘的低密度窄条影像



图 4-41　颞下颌关节纤维性强直患者

许勒位片示髁突及关节窝骨质破坏，骨面不规则及关节间隙密度增高

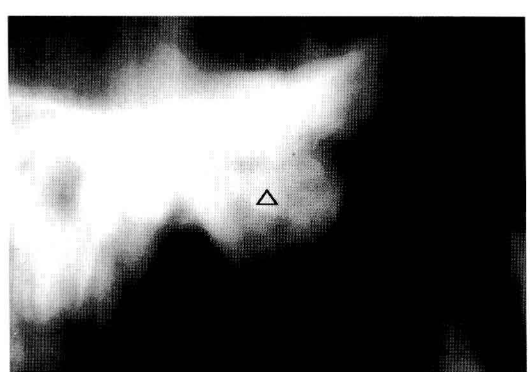


图 4-42　颞下颌关节骨性强直患者

关节侧位体层片示强直骨球形成（△）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

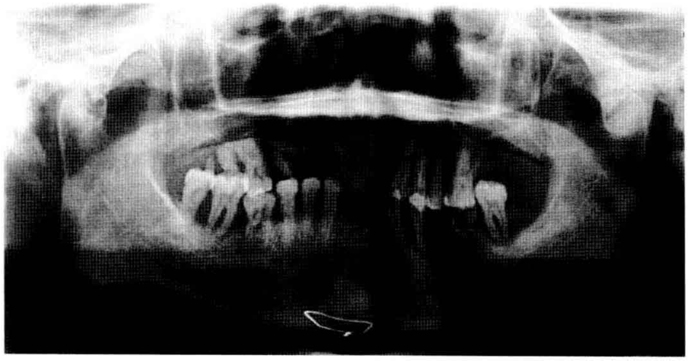


图 4-43　创伤性颞下颌关节骨性强直患者

曲面体层片示双侧强直骨球形成



(1)



(2)



(3)

图 4-44　创伤性颞下颌关节骨性强直患者

(1) CT 轴位图像示双侧强直骨球形成;(2) 同一患者 CT 冠状位图像示双侧关节外侧强直骨球形成;(3) 同一患者 CT 三维重组图像显示双侧的强直骨球

于颞下颌关节强直的诊断具有重要价值。

EI-Hakin 等根据对颞下颌关节强直患者增强 CT 检查与术中对照研究，按照强直骨块与周围重要结构、特别是与颅底的关系，提出对颞下颌关节强直的分类方法：Ⅰ类：单侧或双侧纤维性强直，髁突及关节窝保存其原有形态，颌内动脉与强直骨保持正常的解剖关系。Ⅱ类：单侧或双侧髁突与颞骨间形成骨性融合，颌内动脉与强直骨仍保持正常解剖关系。Ⅲ类：强直侧颌内动脉与髁突内极的距离小于正常侧；或颌内动脉在强直骨内穿过。Ⅳ类：强直骨与颅底骨融合并有广泛的骨形成，特别是在髁突内侧面，强直骨贴近颅底重要结构，如翼板、颈动、静脉孔及棘孔等。采用增强扫描的检查方法，观察强直骨与颌内动脉的关系为传统医用 CT 检查颞下颌关节强直的优点，是目前 CBCT 检查所不能完成的。

（四）鉴别诊断

结合病史及典型之 X 线改变不难对颞下颌关节强直做出诊断。由于关节强直的成因很多，特别是在患者早期存在进行性加重的开口受限，X 线检查显示有纤维性强直特点时，应注意密切结合临床进行鉴别诊断。不要仅对关节内存在的纤维性粘连或强直做出了诊断，而忽略了引起关节病变的原因，如类风湿性关节炎、强直性脊柱炎等疾病的存在。此外，真性关节强直与假性关节强直均表现为重度开口困难或完全不能开口，需密切结合临床进行鉴别诊断。假性关节强直一般有上、下颌骨广泛损伤或坏疽性口炎等病史，关节骨性结构本身无明显、严重的破坏征象，且于颧骨后-前位 X 线片或 CT 片上可见颌间间隙变窄，密度增高，多可见有钙化或骨化征象。

三、颞下颌关节其他疾病

临床上较为常见的颞下颌关节疾病，除颞下颌关节紊乱病及颞下颌关节强直外，尚有类风湿性关节炎、强直性脊柱炎及其他全身性疾病累及颞下颌关节，创伤性关节炎，化脓性关节炎，关节囊肿及肿瘤等。由于对颞下颌关节骨质情况的 CBCT 检查与颞下颌关节骨关节病有诸多类似之处，其相关的鉴别诊断已在本章第 1 节中作过描述，且对于关节囊肿及肿瘤的诊断更多应用传统医用 CT 及磁共振的检查，因此本章拟仅就在上述各类疾病中应用 CBCT 检查的主要目的和意义进行描述。

（一）类风湿性关节炎及强直性脊柱炎累及颞下颌关节

类风湿性关节炎累及颞下颌关节时，早期可无明确关节骨质改变，关节腔内有渗液时，可表现为关节间隙增宽，髁突前下移位。病变进展，可出现不同程度的关节骨性结构破坏，严重者可出现髁突、关节结节、关节窝较广泛的骨质破坏。此时 CBCT 检查可从轴位、冠状位及矢状位三维显示关节骨性结构的破坏情况。往往在曲面体层片、髁突经咽侧位片等常规检查发现有骨质破坏征象时进行 CBCT 检查，以进一步证实破坏病变的存在，并明确其破坏范围和程度。类风湿性关节炎所致的关节骨质破坏很少同时存在成骨征象。强直性脊柱炎累及颞下颌关节的病例，特别是发病早期而以进行性开口受限加重及关节疼痛为主要症状时，常可到颞下颌关节病门诊就医。强直性脊柱炎累及颞下颌关节时，可发生与类风湿性关节炎累及颞下颌关节时近似的骨质破坏征象，其中有些病例关节骨质破坏进展很快，并可

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

较早发生“关节内纤维性粘连”的X线征象(图4-45)。密切结合临床情况,并在必要时进行相关生化检查或请相关专科医师会诊是必要的。

(二) 创伤性关节炎

轻微的关节创伤所致的创伤性滑膜炎在不伴有髁突骨折时,常可无特殊的X线异常改变。在有关节腔内积液时,可存在关节间隙的增宽,髁突前下移位,一般采用许勒位片及CBCT检查均可诊断。受到严重创伤、存在骨折的患者,往往在经曲面体层等常规检查后即行传统医用CT检查,也可能直接进行传统医用CT检查,而无需再进行CBCT检查。对于创伤后遗留下关节慢性疼痛、关节内杂音等症状的慢性创伤性关节炎患者,可采用CBCT检查,以除外关节内有游离的小骨折碎片存在。这在临床上有实用价值,既可利用CBCT具有的高空间分辨率优势明确诊断,又可避免传统医用CT检查所不得不接受的较多的辐射剂量。



图4-45 强直性脊柱炎累及颞下颌关节患者
关节CBCT冠状位图像示纤维性强直改变,可见髁突及关节窝骨质破坏,骨表面不光整及关节间隙密度增高

(三) 化脓性关节炎

化脓性关节炎可由关节腔内注射感染、关节的开放性损伤继发感染,邻近组织或颌面间隙的化脓性感染以及脓毒血症时的血源性感染所致,为一种严重的关节疾病,治疗不当或不及时,可导致关节功能的严重丧失,乃至关节强直。早期关节骨质可无明显异常改变,在关节腔内有积液时,于许勒位片或CBCT片均可观察到关节间隙增宽,髁突前下移位。未得到及时正确治疗的患者,关节骨质可发生严重的破坏。此时,CBCT检查可以明确髁突及关节结节、关节窝的骨质破坏情况。在合并有关节周围组织间隙感染时,传统医用CT检查则可同时明确感染所累及的范围和程度,对治疗有更大的指导价值(图4-34)。

(四) 关节囊肿、肿瘤及瘤样病变

1. 关节囊肿　颞下颌关节囊肿分为腱鞘囊肿及滑液囊肿两种,在临床上均极为少见。影像学上主要依据磁共振检查进行诊断。腱鞘囊肿磁共振图像可见关节外侧的囊性病变,T1图像为低信号改变,T2图像则显示为高信号改变。增强CT检查对腱鞘囊肿诊断亦有一定价值,可见关节外侧存在低密度类圆形病变,周围绕以高密度边缘。CBCT检查对腱鞘囊肿无诊断价值。滑液囊肿磁共振图像常可见与关节腔相通连的囊性病变,T1图像为低信号改变,T2图像为高信号改变。有的病例可于许勒位片或CBCT片上观察到关节窝的受压征象(图4-46)。

2. 关节肿瘤

(1) 良性肿瘤:CBCT可从三维层面上显示髁突骨瘤、骨软骨瘤的形态和大小(图4-47),可以显示滑膜软骨瘤病中钙化较好的游离体。对于滑膜软骨瘤病的诊断,传统医用CT

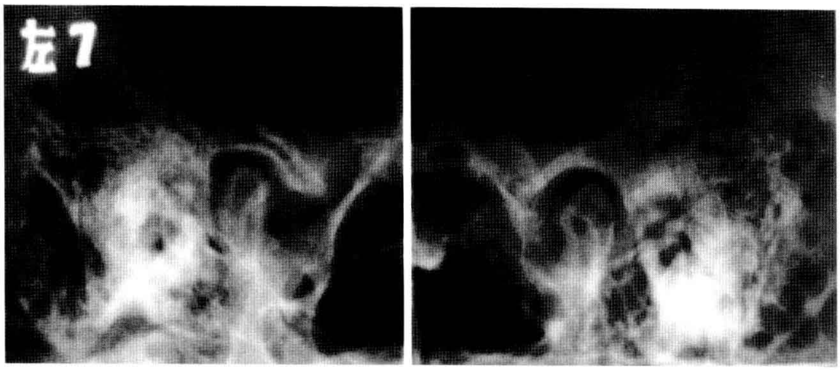


图 4-46　颞下颌关节滑液囊肿患者

许勒位片示关节窝后上方受压，呈轻度凹陷改变

及磁共振检查、特别是磁共振检查更具诊断价值。传统医用 CT 检查可清楚地显示关节内游离体及病变范围。磁共振检查则可见关节囊扩张、增厚，关节腔内大量积液。T2 像及质子图像上可见在软组织病变团块影像内有多个中间为低信号、绕以高信号边缘的小环状影像，为游离体的影像。这对于滑膜软骨瘤病的早期诊断具有重要价值，远优于 CBCT 等 X 线检查方法。此外，磁共振检查尚可明确显示其病变范围，特别是在滑膜软骨瘤病扩散到关节外、甚至侵入中颅窝时，更具有诊断价值，对手术方案设计亦更具指导意义。

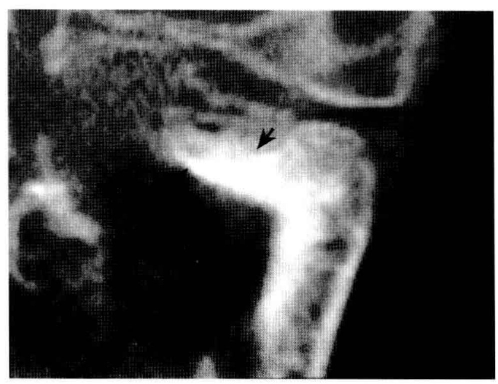


图 4-47　颞下颌关节髁突骨瘤患者

CBCT 冠状位图像示髁突内侧骨性新生物（↑）

（2）恶性肿瘤：CBCT 可以清楚地显示关节骨性结构受累、破坏的情况，但难以清楚显示肿瘤累及周围软组织的情况，远不如传统医用 CT 及磁共振检查既可显示关节骨质病变，又可观察肿瘤所累及的范围及其与周围结构的关系。因此，对于关节恶性肿瘤的影像学检查以传统医用 CT 和磁共振检查为主要的检查方法。

（注：本章中图 4-29、4-34、4-41、4-42、4-46 曾在作者以往相关书籍中使用）

（马绪臣）

参考文献

1. 马绪臣. 口腔颌面医学影像学. 北京：北京大学医学出版社，2006.
2. 赵燕平，马绪臣，傅开元，宋小侠. 牙颌面专用 CT 颞下颌关节造影的临床应用. 中华口腔医学杂志，2003，38(5)：321-323.
3. 刘树铭，张祖燕，李居朋，柳登高，马绪臣. 健康青年人髁突松质骨结构锥形束 CT 分析. 中华口腔医学杂志，2007，42(6)：357-360.
4. 傅开元，张万林，柳登高，陈慧敏，马绪臣. 应用锥形束 CT 诊断颞下颌关节骨关节病的探讨. 中华口腔医学杂志，2007，42(7)：417-420.

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

5. 孟娟红，张万林，柳登高，赵燕平，马绪臣．牙颌面锥形束 CT 与普通 X 线检查对颞下颌关节骨关节病诊断价值的比较研究．北京大学学报（医学版），2007，39（1）：26-29.

6. 王瑞永，马绪臣，张万林，柳登高．健康成年人颞下颌关节间隙锥形束计算机体层摄影术测量分析．北京大学学报（医学版），2007，39（5）：503-506.

7. 王瑞永，马绪臣，张万林，柳登高．颞下颌关节盘前移位关节间隙改变的 X 线研究．华西口腔医学杂志，2010，28（3）：303-305.

8. 王瑞永，马绪臣，张万林，柳登高．健康成人颞下颌关节间隙许勒位片和锥形束 CT 测量分析．现代口腔医学杂志，2010，24（1）：11-13.

9. KE Alexiou, HC Stamatakis, K Tsiklakis. Evaluation of the severity of temporomandibular osteoarthritic changes related to age using cone beam computed tomography. Dentomaxillofacial Radiology, 2009, 38: 141-147.

10. K Tsiklakis, S Syriopoulos, HC Stamatakis. Radiographic examination of the temporomandibular joint using cone beam computed tomography. Dentomaxillofacial Radiology, 2004, 33: 196-201.

11. EI-Hakin IE, Metwalli SA. Imaging of temporomandibular joint ankylosis: A new radiographic classification. Dentomaxillofacial Radiology, 2002, 31: 19-23.

12. Xu WH, Ma XC, Guo CB, Yi B, Bao SD. Synovial chondromatosis of the temporomandibular joint with middle cranial fossa extension. Int J Oral Maxillofac Surg, 2007, 36: 652-655.

13. Juanhong Meng, Chuanbin Guo, Biao Yi, Yanping Zhao, Haiyan Luo, and Xuchen Ma. Clinical and radiologic findings of synovial chondromatosis affecting the temporomandibular joint. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2010, 109: 441-448.

第5章

锥形束CT在正畸治疗中的应用

CBCT应用初期扫描野较小,仅可满足牙体、牙周、颞下颌关节等较为局限的解剖结构的观察。随着扫描野的增大,CBCT已经能够一次完成全部颅颌面骨骼结构的扫描。因此,也使得CBCT在正畸诊断与治疗设计中有较好的应用前景。

CBCT仅通过一次放射剂量相对较低的扫描,便可获得颌面部骨骼与牙的解剖结构数据,满足颌骨结构、牙体、牙周、颞下颌关节、气道等多种结构的观察。同时,应用图像后处理软件,可得到各种二维或三维影像,以满足不同要求的定量测量需要。因此,在正畸影像学检查中,一次CBCT扫描获得的容积数据,可以通过各种图像后处理技术,满足头影测量、颌面骨质检查、多生牙、埋伏牙以及颞下颌关节等几乎所有的正畸前临床检查需要,有可能在一定程度上取代曲面体层片和传统头影测量片(cephalometric roentgenography)成为正畸前的常规检查。

一、头影测量

多年来,正畸治疗前通过头影测量正、侧位片(或称头颅定位正、侧位片)进行头影测量分析,得到颅颌面骨骼位置关系与形态特点的信息,已经成为非常成熟的检查方法。随着CBCT在口腔颌面部影像诊断中应用的日益推广,CBCT配置的图像处理软件也不断成熟,可以满足正畸临床中的不同需要。同时,由于CBCT所配置软件可以完成任意空间距离或角度的测量,使影像测量的功能极大丰富,有较好的应用前景。因此,CBCT的应用使得正畸的影像学诊断正在从二维时代向三维时代迈进。

1. 三维骨骼结构观察

(1) 原理:无论是螺旋CT还是CBCT,扫描完成后均获得容积数据(图5-1)。容积扫描范围之内的解剖结构,可以理解为由无数个大小相等的正方体的体素(voxel)堆砌而成,每个体素均有其空间坐标定位并有其特定的代表组织结构密度的CT值(hounsfield unit,HU)。体素在图像中表现为一个像素(pixel)。各种图像后处理的方法均是基于容积数据得到各种清晰的重组图像。由于CBCT中体素具有各向同性(isotropic voxel)的优点,即体素的长、宽、高均相等,所以,CBCT各方向重组图像中的空间分辨率相同。

容积再现(volume rendering)是根据CT值差异选取不同密度组织的体素重组成像

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

的图像后处理技术。例如，当所有 CT 值大于 250HU 的体素参与重组图像时，便可得到密质骨结构的图像，而软组织体素不参与重组。这样便可得到骨骼结构的三维图像（图 5-2）。

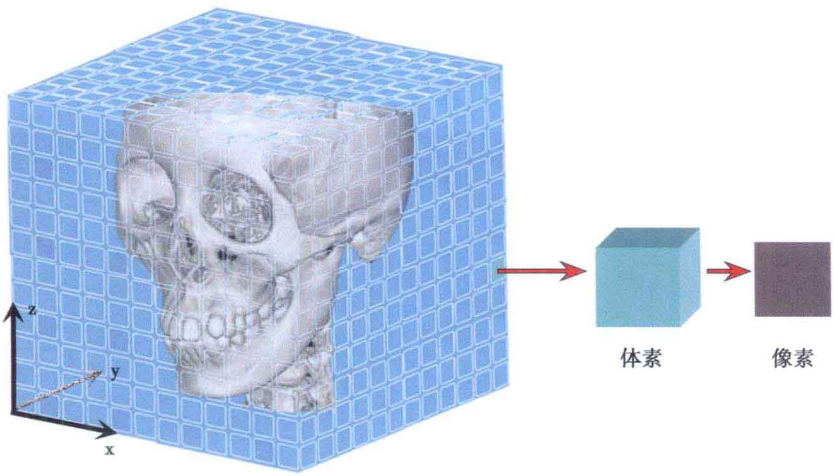


图 5-1　容积数据、体素与像素的示意图

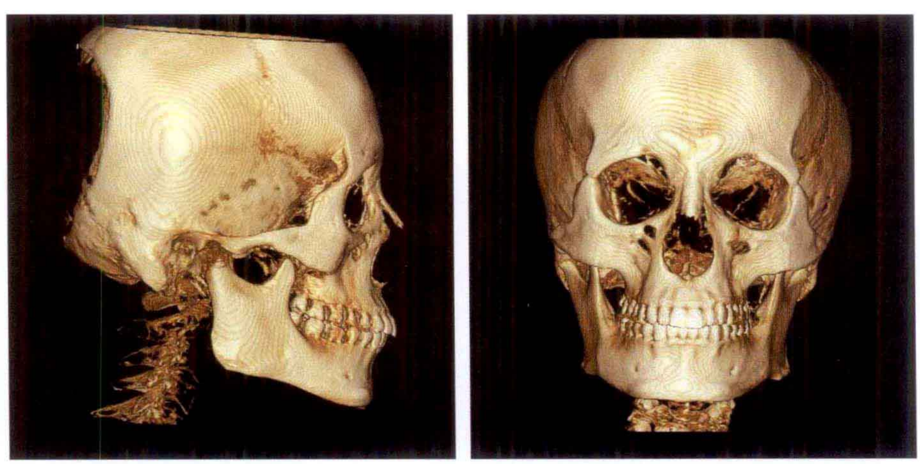


图 5-2　CBCT 颅颌面骨骼三维容积再现图像

在容积再现图像后处理过程中，通过定义 CT 值阈值范围选择参与重组的体素。选择不同的重组模式、调节 CT 阈值可达到不同的重建效果。由于牙釉质、牙骨质、密质骨、松质骨的 CT 值依次变小，因此，恰当调节重组阈值可以观察牙排列情况。

最大密度投照法（maximum intensity projection，MIP）是将容积数据内的最大密度的组织结构，按照一定的投影方向重叠于二维图像的技术方法（图 5-3）。

（2）应用：CT 最突出的优势在于其对于骨骼三维结构再现的精确性。在图像处理软件中，重组的三维结构可以按任意角度进行旋转，从各个方向观察骨骼结构的形态与位置关

系。左、右侧位利于观察下颌角的角度、上下颌骨的侧位关系等；而正位、颅底位图像则利于偏斜畸形的观察。

2. 二维头影测量

（1）原理：多平面重组是 CBCT 或螺旋 CT 中最常应用的图像后处理方法，即选择任意平面中的体素重组成像。如图 5-4 所示，当选择头颅正中矢状面进行重组时，图像可显示垂体窝、颅底、鼻额缝、前后鼻棘以及下颌骨颏部正中等结构。

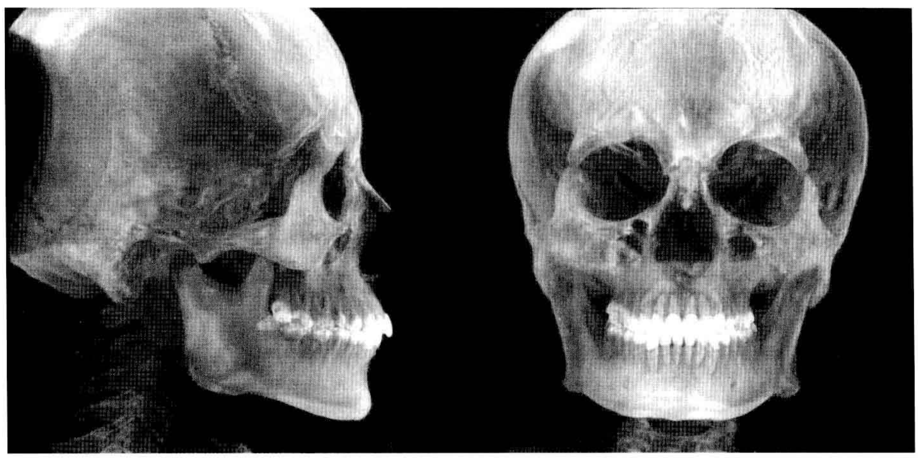


图 5-3　CBCT 颅颌面骨骼最大密度投影（MIP）图像

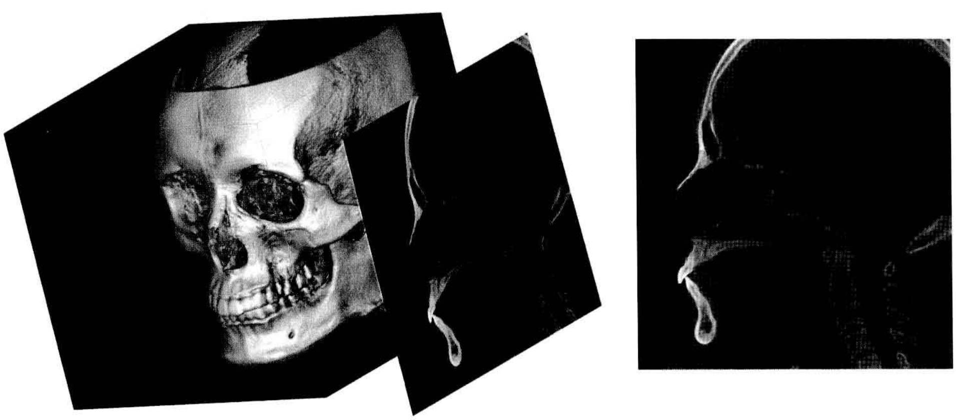


图 5-4　CBCT 正中矢状位示意图

在多平面重组中，选取不同层厚的体素进行处理成像可生成不同层厚的图像，如图 5-5 所示，为经过一侧髁突的矢状位成像。当层厚薄为单层体素时，则可重组得到最薄层的图像，图像仅能反映该层结构的情况；当选择较厚层的体素进行成像时，髁突及下颌升支可全部纳入重组，得到的图像则可基本反映整体情况。

在多平面重组中，如选定平面为正中矢状面，层厚包括全颅左右向宽度，则可生成模拟头颅侧位片图像。如选定平面为冠状面，层厚包括全颅前后向宽度（13 ~ 15cm），则可生成

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

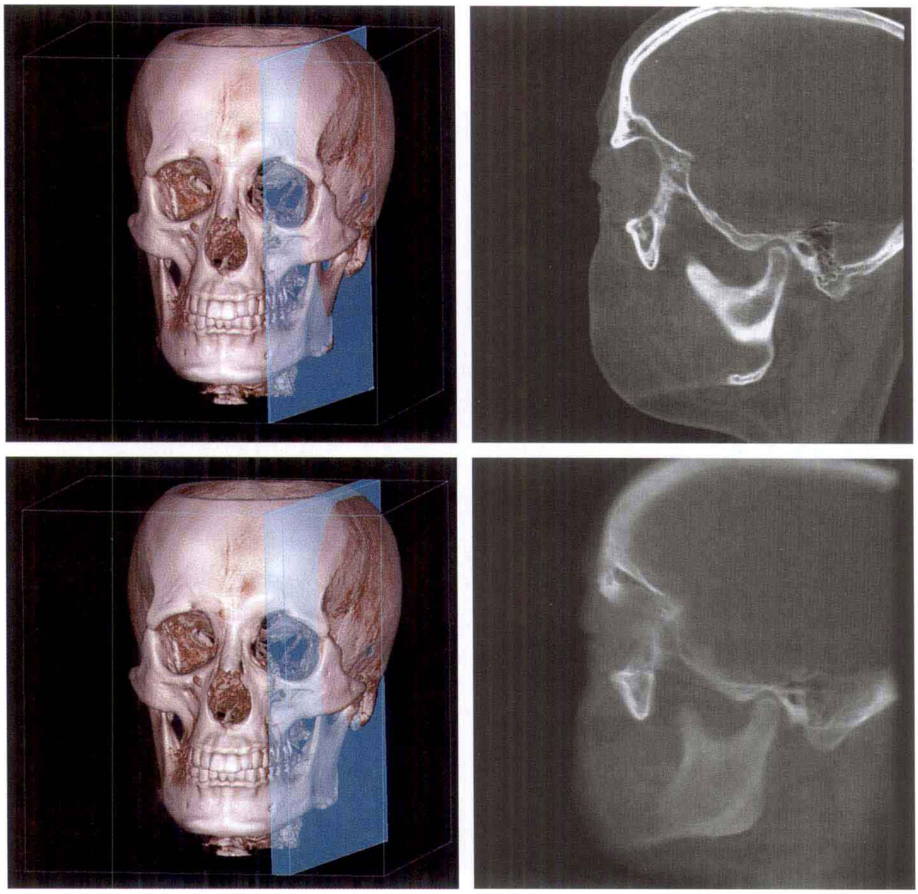


图 5-5 CBCT 多平面重组中的层厚变化

模拟头颅正位片图像(图 5-6),实际上也是容积再现的一种特殊形式。在显示骨骼结构的同时,可整合形成软组织侧貌的图像进行分析。

(2) 应用:传统的头颅定位侧位片应用于口腔正畸已经非常成熟。然而,传统头颅定位侧位片的投照成像技术存在有不可避免的缺陷。由于双侧升支与 X 线源和胶片位置关系的差异,靠近胶片侧升支放大率永远小于对侧,因而很难真正实现双侧下颌升支的完全重叠,存在有影像误差。此外,由于在同一患者多次投照过程中,很难完全保证正中矢状面与 X 线焦点和胶片的位置关系,因此,也使得在头颅侧位片重叠比较观察中存在有误差。

正中矢状面图像可应用于评价上下颌骨与颅底的矢状位置关系,并可以进行准确的定性测量分析(图 5-7)。但其缺点是双侧升支及髁突的信息无法反映于图像之中。同时,当患者存在有明显的上下颌骨不称畸形时,正中矢状面的定义也存在有困难。

然而,无论是 CBCT 还是多层螺旋 CT,对于骨结构的显示都有强大而且丰富的处理方案(图 5-8)。经扫描获得的容积数据,可经过不同的计算方式把头颅三维体素信息投影于二维图像中,不存在放大率问题。同时,在成像过程中,成像角度可随意调节使双侧颅底、下颌骨髁突和升支达到最大限度的重叠,因而对于投照体位的要求也不如传统头颅侧位片严格。

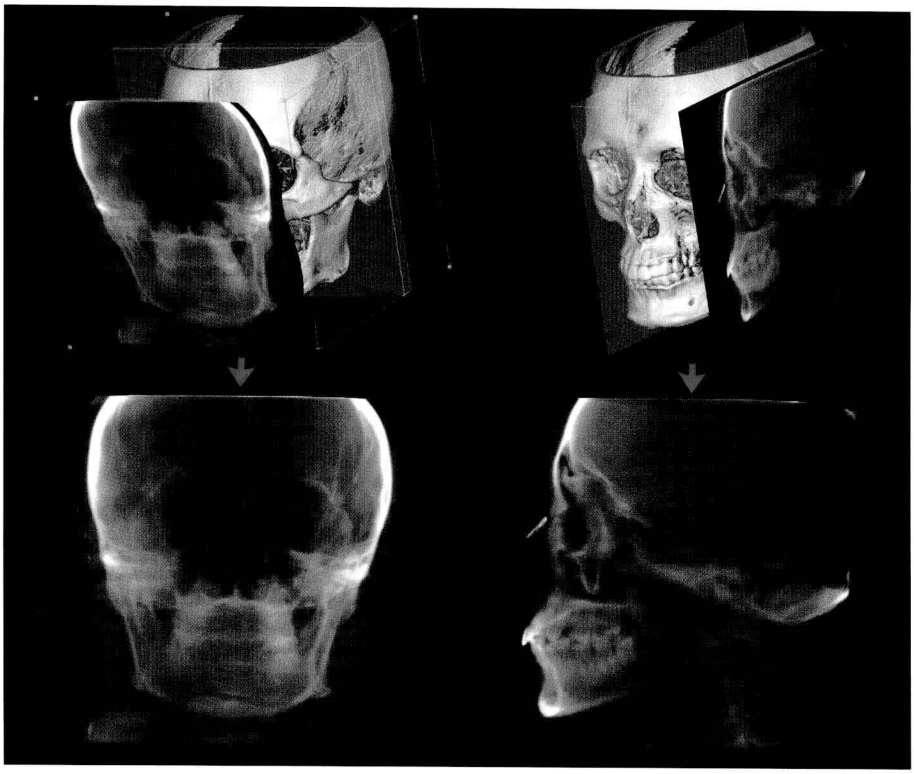


图 5-6　CBCT 头颅正、侧位片示意图

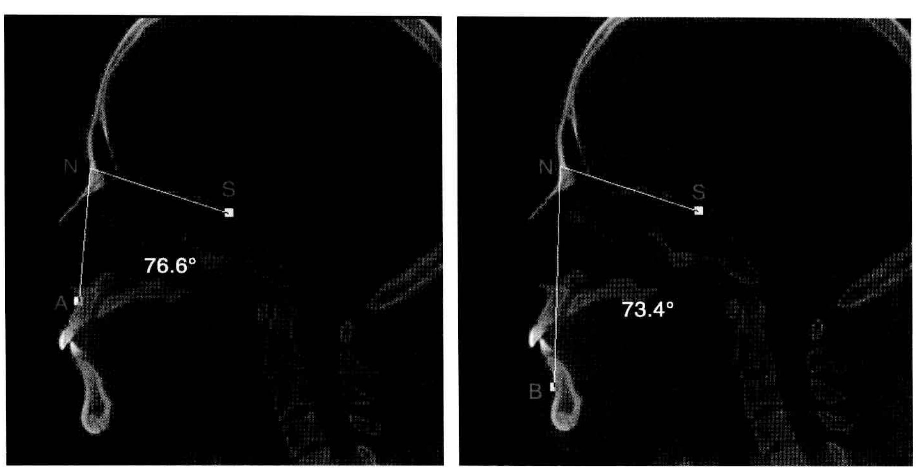


图 5-7　CBCT 正中矢状位中 SNA 与 SNB 角的测量

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

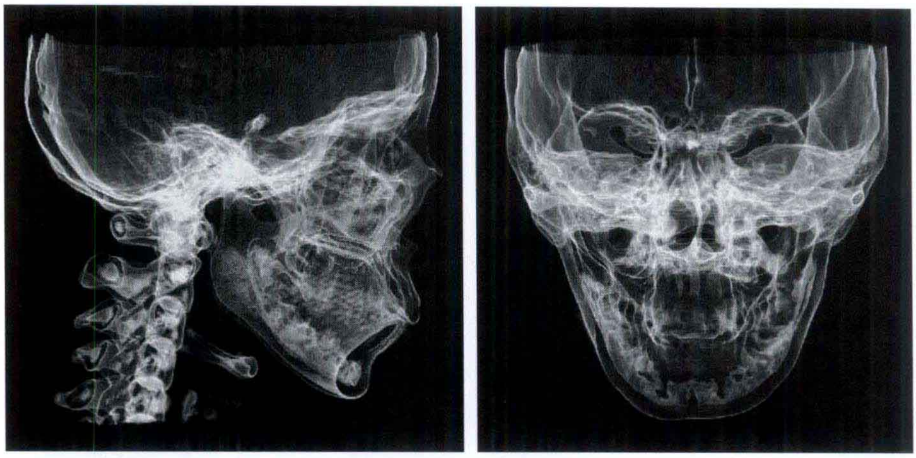


图 5-8 颅颌面骨骼容积再现图像

虽然 CBCT 三维重组头颅正侧位片的空间分辨率低于直接 X 线投照得到的头颅正侧位片，但已可充分满足定点测量的要求。

3. 三维空间定点及测量 CT 提供的三维空间结构信息以及三维定点测量功能使得颅颌面结构的测量分析内容极大丰富。三维空间测量中，线距与角度的测量也不再受限于某一个二维图像（图 5-9）。CT 提供给临床医生不再是某一个固定不变的二维图像，而是一个可根据临床需要灵活处理的三维立体信息。容积扫描范围之内的解剖结构，可以理解为由无数个大小相等的正方体的体素堆砌而成。通过轴位、矢状位以及冠状位三维图像观察可精确定义并记录一个体素的空间位置，这样，任意二点之间的距离和任意三点之间的角度便可以进行准确的计算。在此基础上，测量所需区域的面积或体积也成为可能。

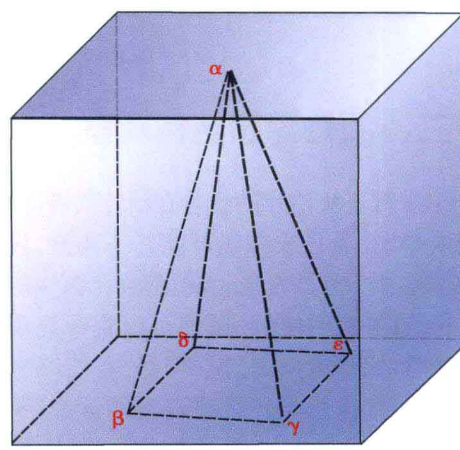


图 5-9 三维空间定点及测量示意图

在二维图像中，有大量的骨性结构的重叠影像，影响定点的准确性。例如，髁突顶点（Co 点），由于其影像经常与关节结节及颅底等结构重叠较多，定点的可重复性和可靠性均较差。同时，二维图像由于信息的限制，所能够进行测量分析的项目也十分受限。

在 CBCT 和螺旋 CT 图像分析中，允许进行容积范围内的任意两点的距离测量和任意三点所形成的角度的测量。而且，三维线距以及角度测量均有较高的准确性（图 5-10）。

由于三维空间测量方法的发展成熟，正畸头影测量从二维时代向三维时代发展，使得正畸医生可以更加快捷、准确、全面地了解患者颅颌面骨骼结构的情况。

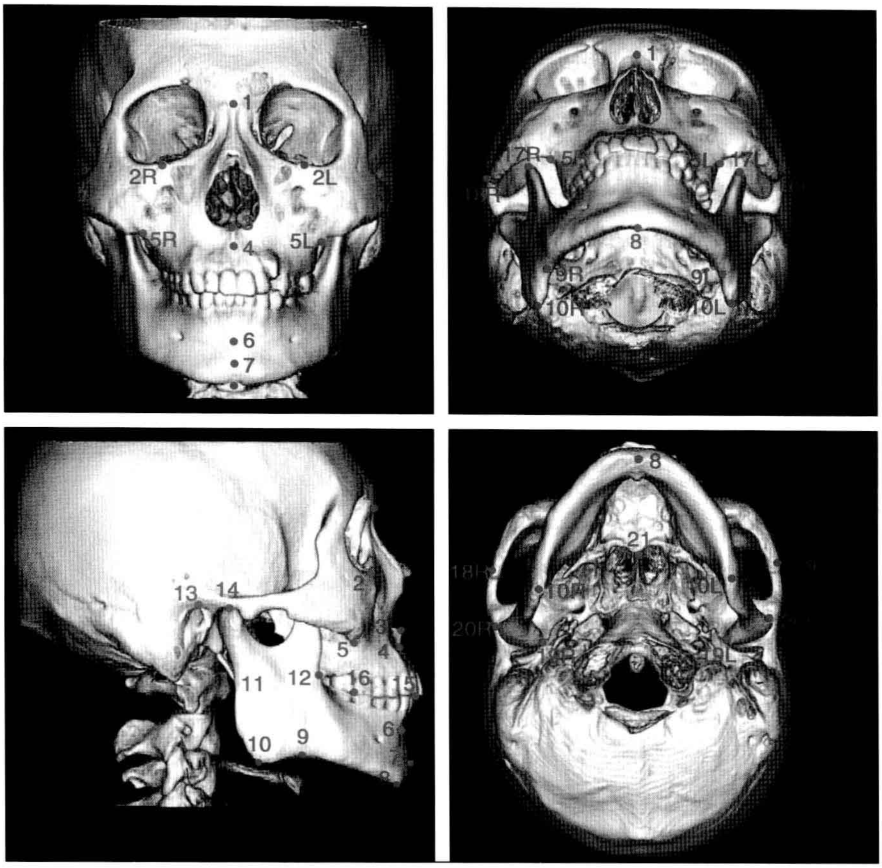


图 5-10 颅颌面骨骼三维定点示意图

二、颌骨骨质结构观察

拟进行正畸治疗的患者在治疗前需除外颌骨疾病的存在。口腔颌面部的某些疾病在发生发展的早期，症状或体征可能并不明显，仅在影像学检查中意外发现，需引起临床医生的注意。传统的曲面体层片虽然可以直观地观察上下颌骨的骨质结构情况，但是，在二维影像中，病变与牙齿影像经常有较多的重叠，不利于定位以指导临床治疗。在三维 CT 影像中可以分别于轴位、冠状位、矢状位乃至任意位置观察病变周围的解剖关系，可清楚地判断病变与牙、密质骨在颊舌向上的位置关系（图 5-11，图 5-12）。同时，对病变区牙根周膜的观察也更有利于诊断和治疗设计（图 5-13，图 5-14）。CBCT 为颌骨疾病的诊断与治疗设计提供了一种新的检查方法。

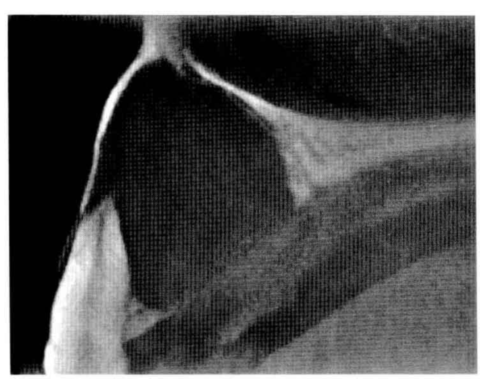
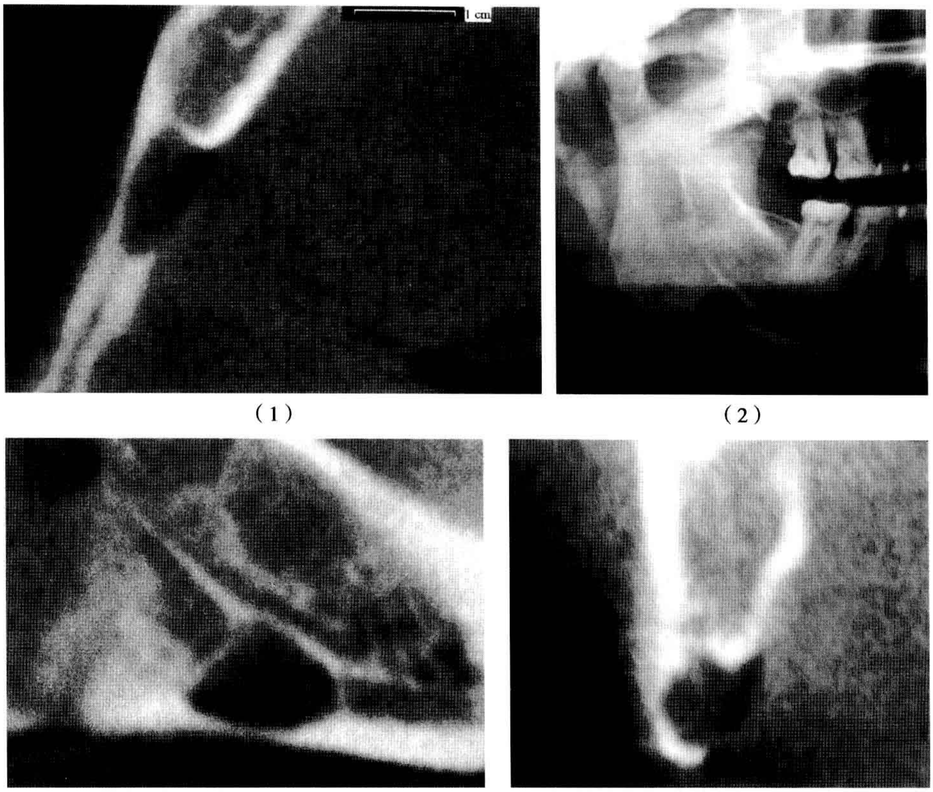


图 5-11 上颌骨囊肿的 CBCT 矢状位图像
上颌尖牙根端边界清楚的低密度影像，根周膜影像消失，病变腭侧皮质骨消失，病变唇侧皮质骨和鼻底骨质完整

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

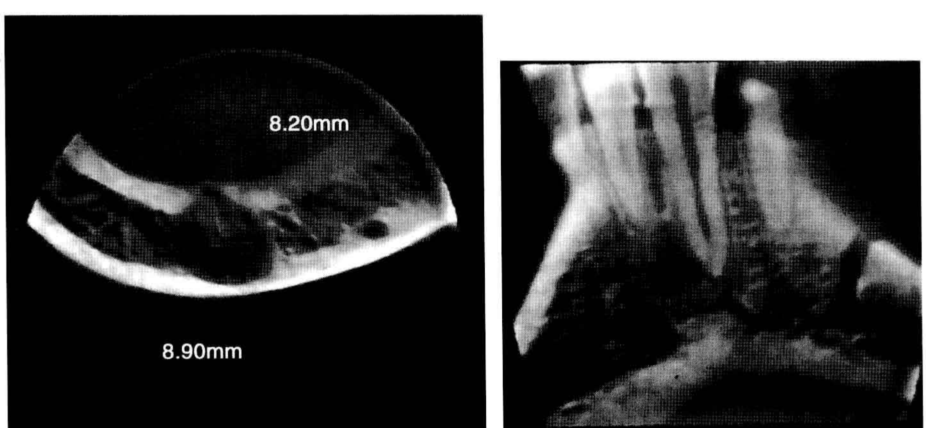


（1） （2）

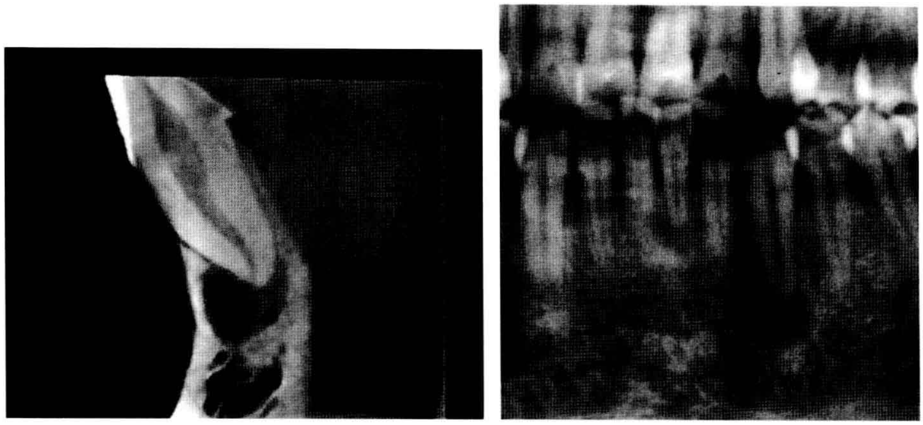
（3） （4）

图 5-12 静止性骨腔 CBCT 图像

（1）、（3）、（4）分别为病变的轴位、斜矢状位及冠状位图像，可见病变位于下颌角下缘，邻近下牙槽神经管壁完整，病变舌侧皮质骨缺如。（2）为曲面体层显示病变位于下颌角前切迹下牙槽神经管下方



（1） （2）



（3） （4）

图 5-13 患者正畸前 X 线检查时发现下颌骨病变

病变的轴位、冠状及矢状位 CBCT 图像（图 1、2、3）示 33 根端局限性低密度影像、33 根周膜影像消失。局部曲面体层片（图 4）示病变位于 33 根端

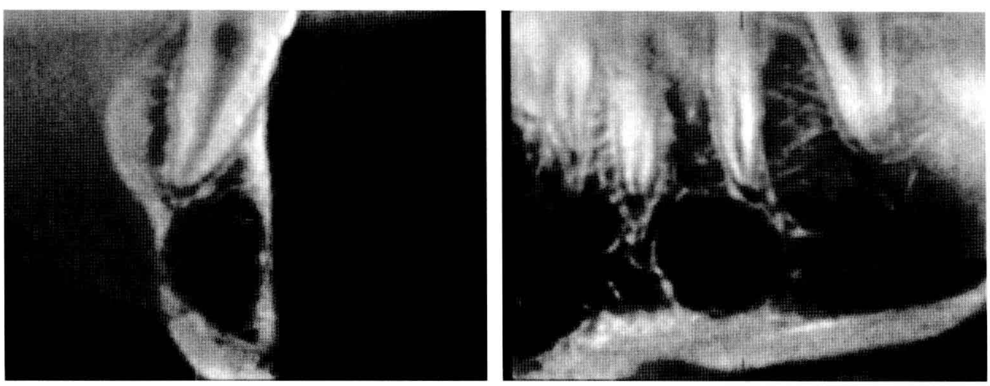


图 5-14 创伤性骨囊肿

患者正畸前影像学检查时发现下颌骨病变，32～33 根端边界清楚的低密度影像，病变区牙齿根周膜完整

CBCT 可以较为完整地反映颅颌面骨骼结构情况，对任意兴趣区的结构进行任意平面的重组，可最佳显示骨质结构的三维影像。逐层的轴位和冠状位观察，对于上下颌骨、鼻腔、上颌窦等部位占位性疾病有较好的诊断。同时，在获得容积数据的基础上，可以重组得到上下颌骨曲面重组图像。应用最大密度投影法（图 5-15）或平均密度投影法（图 5-16）均可更为直观地观察牙排列方向以及骨质情况。其中，平均密度投影法重组曲面全景图像（图 5-16）有近似于传统曲面体层片的效果。

CBCT 诊断颌骨疾病的优势在于其观察骨小梁结构变化情况更为细微。颌骨囊肿如根端囊肿（periapical cyst）、含牙囊肿（dentigerous cyst）、创伤性骨囊肿（traumatic bone cyst）等在其发生发展早期症状隐匿时，可在正畸前检查时偶然发现。颌骨骨质结构发育性异常如特发性骨硬化（idiopathic osteosclerosis）（图 5-17）、根尖周骨异常增生（osseous dysplasia）（图 5-18）等也经常表现为无明显临床症状。颌骨其他的良恶性肿瘤以及瘤样病变等虽然在正畸患者中相对较为少见，但通过 CBCT 的检查亦能提供相关的诊断信息。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

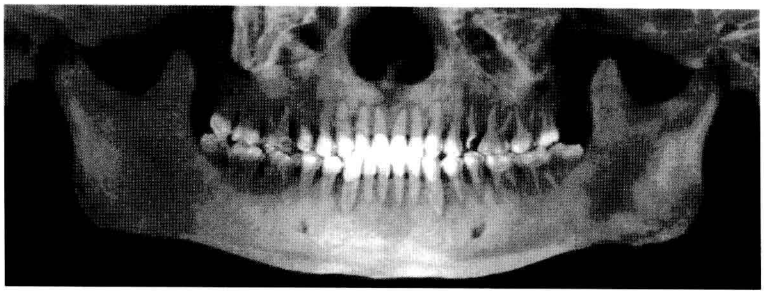


图 5-15　CBCT 曲面重组最大密度投影图像

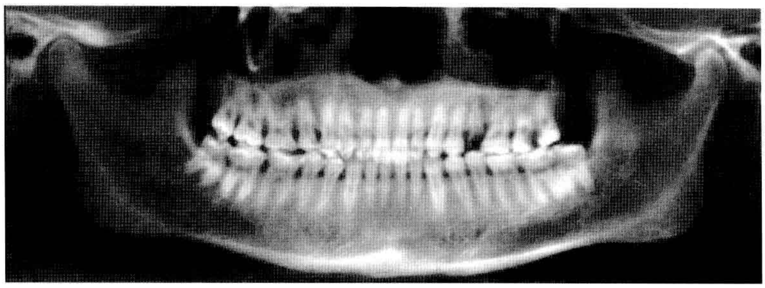


图 5-16　CBCT 平均密度投影法重组曲面全景图像



图 5-17　特发性骨硬化
下颌第一磨牙根端可见与牙根不相连的局限性骨密度团块，根周膜完整

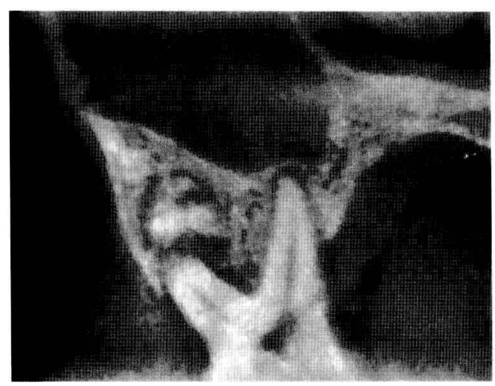


图 5-18　根尖周骨异常增生
第一磨牙颊根根端局限性高密度团块影像，周围有低密度影像包绕，与牙根不相连

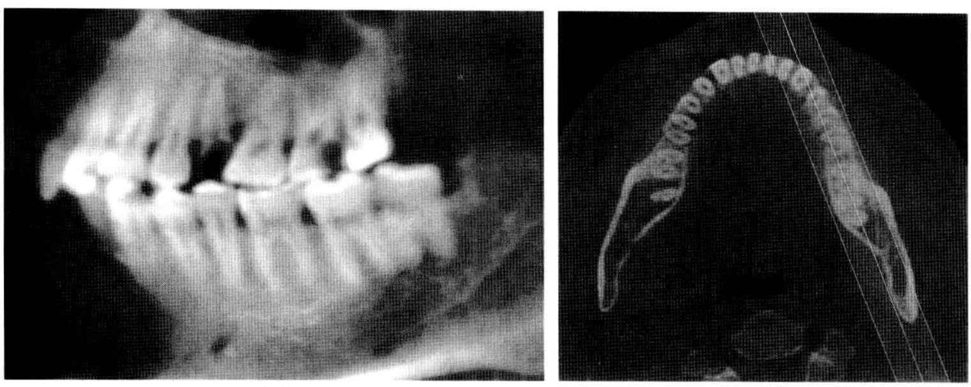
三、骨量评价

由于多平面重组的便捷性，沿牙长轴方向可重组得到颊舌侧或近远中向图像，可用于较为准确的牙周骨量观察和牙冠根比的精确测量（图 5-19）。

不同层厚图像的观察。多平面重组中，选取用于成像的体素层厚不同，可以达到不同效果的重组图像。通过平均密度投影法成像得到的一定层厚的重组图像，有模拟 X 线平片效果（图 5-20）。



图 5-19　前牙骨量与冠根比的观察



（1）　（2）

图 5-20　多平面重组层厚调节

四、多生牙、阻生牙

多生牙和阻生牙是正畸治疗中常见的临床问题。准确地判断多生牙或阻生牙的位置、方向、形态、骨质骨量以及其邻近牙是否存在牙根吸收等情况，在制定正畸治疗方案时有重要意义。X 线平片或曲面体层片观察往往不能达到满意的效果。在 CBCT 或螺旋 CT 中，结合多平面重组和容积再现三维重组，不仅可以清晰地观察牙的位置，同时对于可能存在的骨质改变、牙根吸收等情况也可以作出较为准确的诊断。

在下颌阻生智牙的影像观察中（图 5-21），可以准确地判断阻生牙的位置、根尖与下颌管的位置关系以及邻牙牙根的情况。在上颌阻生智牙的观察中可以较为理想地观察阻生牙与上颌窦的位置关系，并可以准确地判断相邻牙是否存在牙根吸收（图 5-22）。

上颌尖牙埋伏阻生是常见的临床情况。无论是 CBCT（图 5-23）还是螺旋 CT（图 5-24）均可以较好地显示阻生尖牙的位置、毗邻关系以及邻牙情况。

上前牙区是多生牙的好发部位。经 CBCT 检查可明确多生牙的唇腭侧位置及其与邻牙的毗邻关系（图 5-25）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

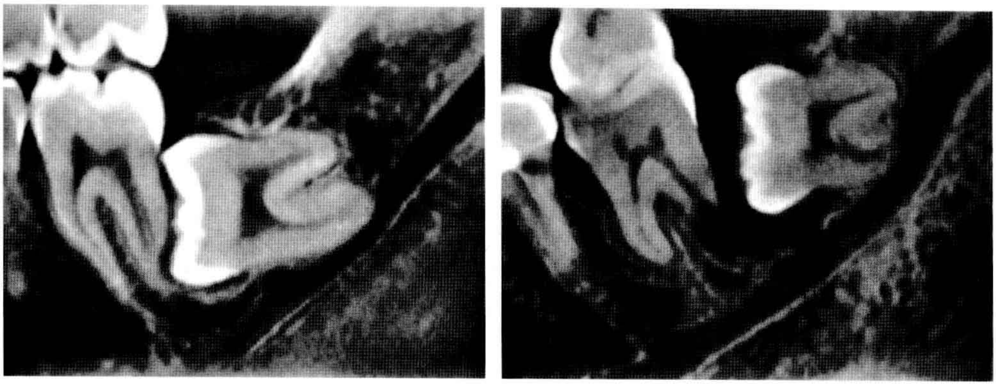


图 5-21 下颌阻生智牙

对于阻生智牙的位置、与下牙槽神经管的位置关系以及邻牙牙体、牙周情况均有较满意的观察

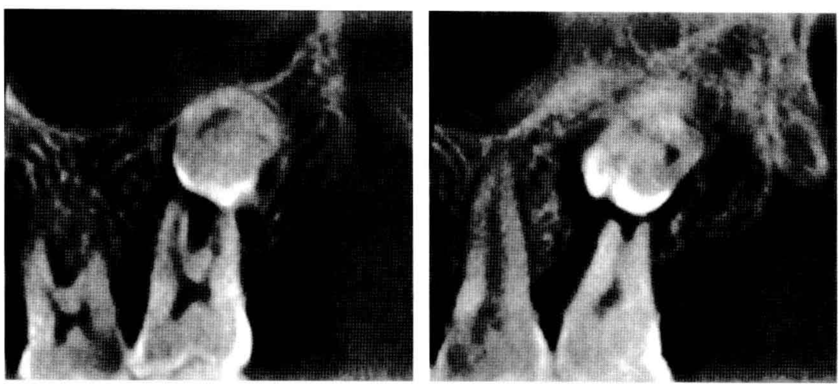


图 5-22 上颌阻生智牙

不同层面的斜矢状位观察可见第二磨牙的腭根压迫吸收

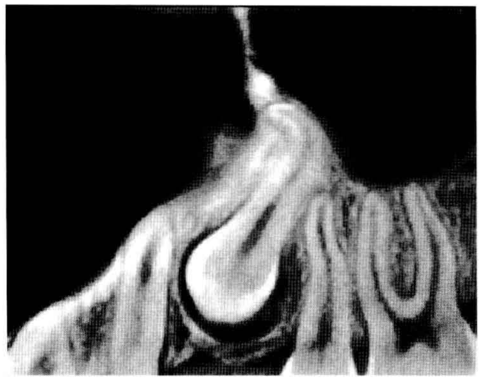


图 5-23 CBCT 示埋伏阻生尖牙的位置、形态及毗邻关系

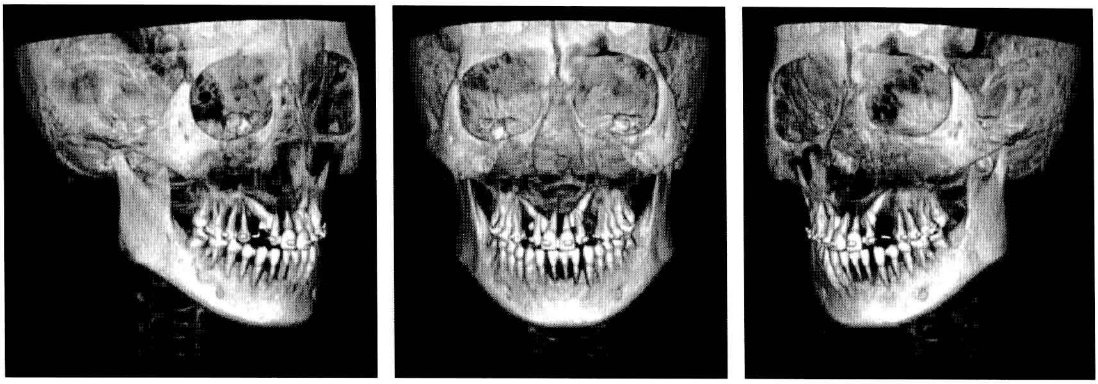


图 5-24　螺旋 CT 中牙列容积再现图像
示双侧上颌尖牙埋伏阻生的位置与邻牙位置关系

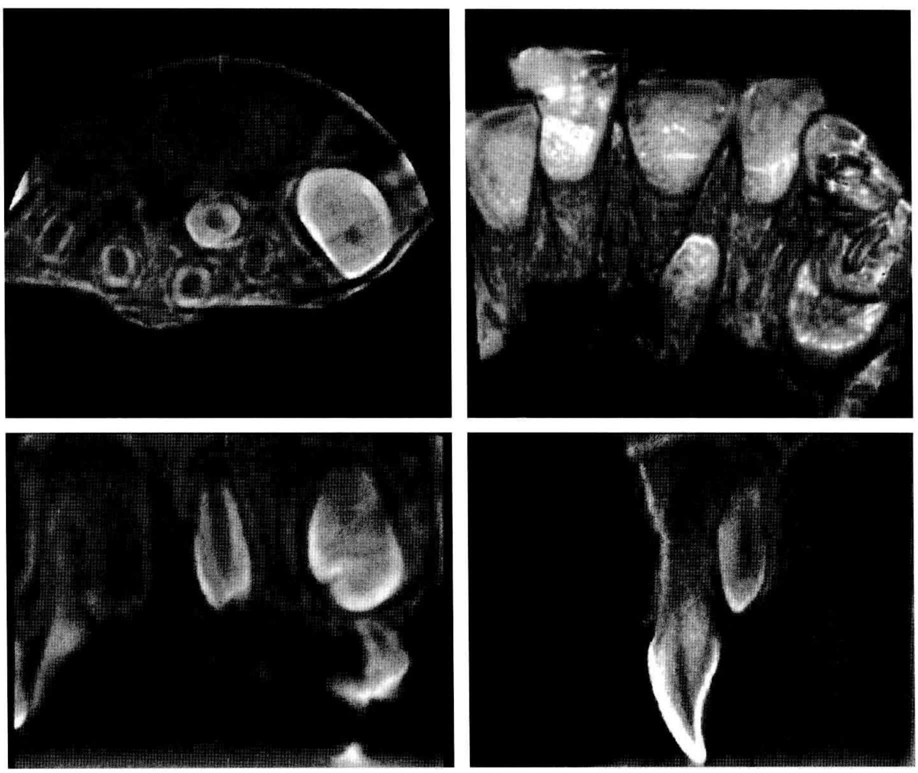


图 5-25　CBCT 显示上颌埋伏阻生的多生牙，位于 21 的腭侧

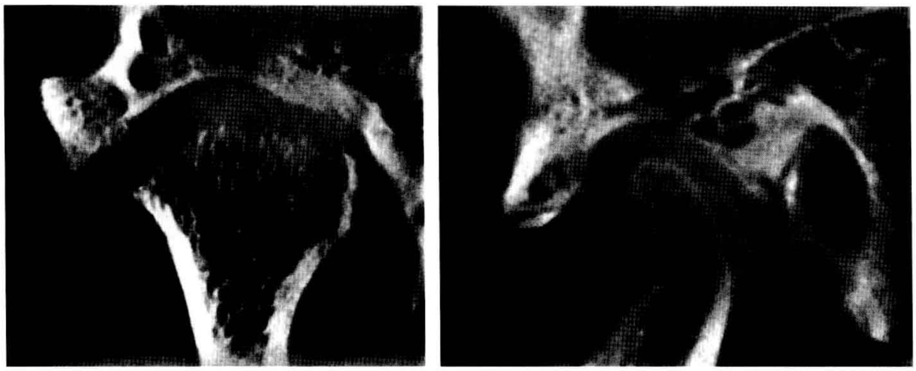
五、颞下颌关节

颞下颌关节紊乱病是最常见的颞下颌关节疾病，在正畸患者中有较高的患病率。颞下颌关节是口颌系统的重要组成部分，与错聆畸形、颅颌面生长发育、正畸治疗之间有密切的相关性。因此，颞下颌关节已为正畸治疗前检查的常规内容。

颞下颌关节紊乱病常出现关节盘移位、关节间隙变化、关节骨质改变等影像表现。CT

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

是颞下颌关节紊乱病诊断的重要组成部分。在关节间隙和关节骨质变化的诊断中较传统 X 线片有突破性进步。此外，CBCT 高空间分辨率的特性，显示髁突密质骨及骨小梁结构较螺旋 CT 更加清晰，为颞下颌关节紊乱病的诊断以及疗效评价提供了更多信息（图 5-26）。



（1）　　　　（2）

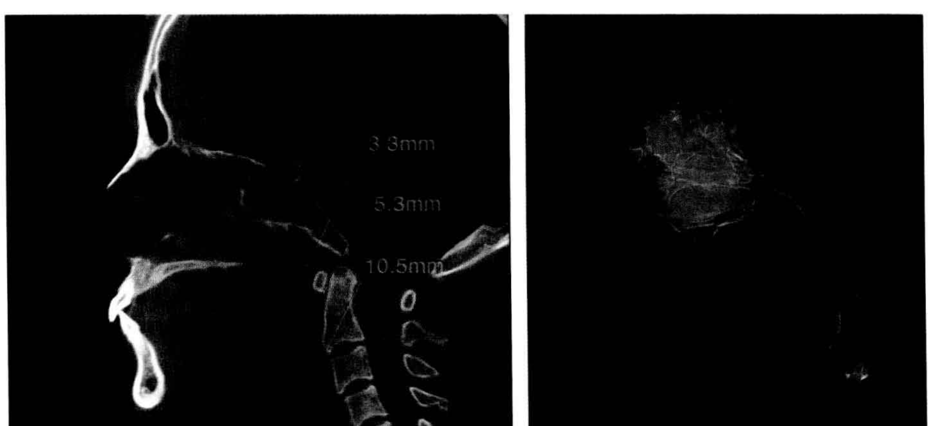
图 5-26　颞下颌关节 CBCT 图像

颞下颌关节斜冠状位（1）及矫正矢状位（2）图像。冠状位图像可见髁突顶部密质骨磨损（1）；矫正矢状位图像可较准确地观察关节间隙的情况

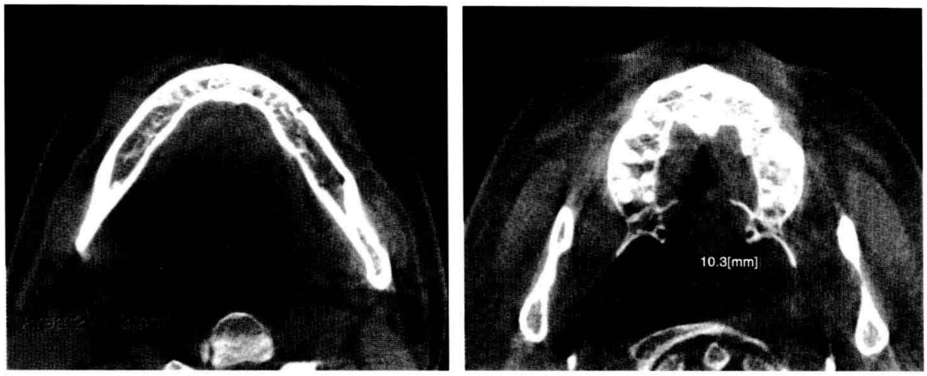
六、气道的观察

在阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征（obstructive sleep apnea hypopnea syndrome，OSAHS）的诊断中，观察患者的上呼吸道形态，确定狭窄部位，对于制订科学的治疗计划有重要的指导意义。

在 CBCT 中，轴位图像可反映上呼吸道的前后、左右径情况并进行定量的测量。同时测量上呼吸道的横截面积可以更为科学地反映上呼吸道的狭窄情况。在正中矢状面图像中，观察上颌骨、下颌骨、软腭、舌根、舌骨等结构与颅底的矢状位置关系，亦可提供十分丰富的诊断信息（图 5-27）。在临床和科研中的应用与传统头颅侧位片测量方法相比有显著的优越性。



（1）　　　　（2）



（3）　　　　　　　　　　　　（4）

图 5-27　上呼吸道形态的 CT 影像学评价

（1）正中矢状位 CBCT 图像中测量咽腔不同水平的前后径长度。（2）利用容积再现图像后处理软件进行上呼吸道重建，鼻腔、副鼻窦以及咽腔等气腔结构均可在三维图像中显示。（3）轴位图像中显示咽腔的形态及面积测量。（4）轴位图像中可确定咽腔最狭窄部位并测量其前后径、左右径长度

七、网络化工作模式

经 CBCT 扫描获得的容积数据于图像工作站中重建形成原始图像，保存为 DICOM 格式，可通过 PACS 系统进行网络传输。不仅可实现网络化打印或浏览，而且可充分利用工作站、牙椅旁 PC 机、个人 PC 机、院内外互联网等资源优势，利于影像学诊断、存储和管理。同时也节省时间、减少耗材、提高效率（图 5-28）。

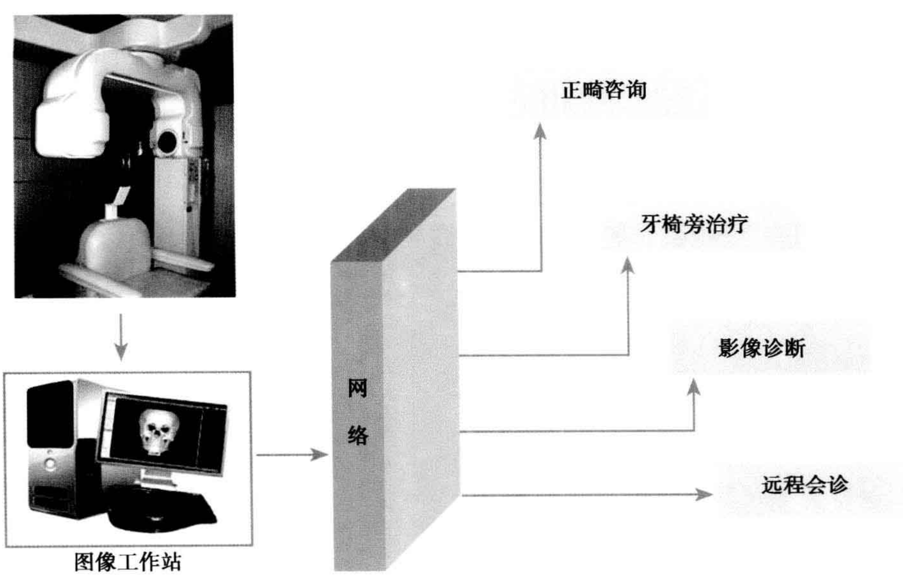


图 5-28　CBCT 应用于正畸诊疗中的工作流程

经 CBCT 扫描获得的原始数据经图像工作站重建为可视图像，通过网络传输可以达到多种临床需要

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

网络传输的快捷性以及牙椅旁影像资料网络化显示，为正畸咨询与治疗提供了便利。由于一次 CBCT 扫描可以解决绝大多数正畸临床中的常见问题，避免患者的反复检查，可以大大地减少正畸患者治疗前检查的次数。影像资料通过医院 PACS 系统或光盘进行数字化存储，患者在每次就诊时均可随时查看。同时，医生不仅可以于图像处理工作站中进行观察，还可以于牙椅旁、办公室中任意个人 PC 机中进行浏览，甚至可进行远程会诊。

八、正畸影像学检查中的放射剂量

数字化曲面体层片的有效剂量为 5.5～22.0μSv，数字化头颅侧位片的有效剂量为 2.2～3.4μSv。因此，正畸前常规检查数字化曲面体层片与头颅侧位片的有效剂量约为 8～25μSv。

CBCT 扫描的有效剂量差异很大，扫描全部颅颌面骨骼时的有效剂量为 58.9～1025.5μSv 不等。因此，从放射防护的角度来讲，数字化头颅侧位与曲面体层片投照中所产生的辐射剂量最小。随着 CBCT 在正畸治疗中的普及与推广，势必会增加儿童和青少年中的辐射剂量。即使是应用目前辐射剂量最小的 CBCT 进行正畸诊断设计，其辐射剂量依然会高于曲面体层和头颅侧位的总和。因此，在增加的辐射放射剂量与诊断信息之间如何权衡，必须根据不同的临床情况进行决定。

目前尚未见与 CBCT 相关的放射损害报道。同时，诊断用 X 线的辐射生物学损害符合随机效应的规律。总之，CBCT 可以在较少的辐射剂量的前提下提供较为丰富、精准的诊断信息，为正畸诊断和治疗提供了一种新的影像学方法，为正畸治疗的三维影像诊断提供帮助。

（孙志鹏　肖玲）

参 考 文 献

1. van Vlijmen OJ, Berge SJ, Bronkhorst EM, Swennen GR, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman AM. A comparison of frontal radiographs obtained from cone beam CT scans and conventional frontal radiographs of human skulls. International journal of oral and maxillofacial surgery, 2009.
2. Roberts JA, Drage NA, Davies J, Thomas DW, Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. The British journal of radiology, 2009, 82(973):35-40.
3. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB, Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. Dento maxillo facial radiology, 2006, 35(4):219-226.
4. Silva MA, Wolf U, Heinicke F, Bumann A, Visser H, Hirsch E. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2008, 133(5): 640.e1-5.

第 6 章
锥形束 CT 在牙种植学中的应用

一、概述

牙种植术已经在临床上广泛应用于牙列缺损及牙列缺失的修复治疗。20 世纪 60 年代中期，Per-Ingvar Brånemark 在对骨再生的一次偶然发现中，发明了种植体。种植体的大小为直径 3～5mm，高度 5～15mm 不等。最初的牙种植体主要用于对固定修复体的支撑，后来逐渐扩展到用于对活动义齿的支撑和替代单颗缺失牙。

两次法种植的标准手术治疗方案最初由 Brånemark 在 1985 年提出。由于种植体的改进和种植技术的发展，现在一次法种植技术和直接钻入黏膜而无需翻瓣的技术也在临床上广泛应用。

随着牙种植体应用日益频繁，种植后发生感觉神经障碍和出血并发症的发生率不断增加，包括下颌骨前部这个通常被认为是一个理想和安全的手术区域。由于牙种植术后出血和神经损伤病例的出现，颌骨内神经血管结构，尤其是个体间的解剖差异，已引起学者们的广泛重视。有学者报道，下颌骨可存在双下颌神经管、下颌神经管的前部曲回、下颌正中神经管以及下颌正中舌侧管等颌骨内神经血管的解剖差异。而且，随着全球性人口流动性增加，口腔医师面临着颌骨内血管神经结构的个体解剖差异和人种差异的双重挑战。颌骨内蕴含着丰富的神经血管。一旦忽视，可能会造成严重的并发症。这些神经血管组织在现代人类之间的高变异性决定了三维影像在术前计划中的必要性。目前，口腔颌面锥状束 CT (cone beam computed tomography，CBCT) 影像可作为一种首选技术来帮助减少牙种植术等颌骨手术可能带来的血管神经损伤并发症。

二、牙种植术前需要考虑的因素

尽管种植体植入术的过程并不很复杂，但种植体植入术术前的设计却是一个复杂的过程，尤其是植入位置的选定是非常严格的。目前，种植术前设计已经成熟到可以预测最终修复后的美学、生物力学和功能恢复，即修复学引领下的种植体植入 (prosthetically driven implant placement)。这一概念已经取代了以牙槽骨量决定种植体植入的概念。在这个概念的基础上，制定全面的种植治疗方案是种植修复治疗取得理想疗效的先决条件。

种植治疗方案中首先必须确定患者是否适于种植治疗，同时要从经济角度和生物学角度评估整个治疗是否可能最终完成。要解决这些问题，必须和患者认真沟通，然后进行仔细

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

的临床评估，包括：①确定植入种植体的数目；②选择正确的种植体植入的位置和方向；③初步确定每个位置要植入种植体的最佳长度和直径；④评估种植术前是否需要其他治疗准备，如植骨术等。

放射学检查是临床评估不可或缺的方法。使用此类技术是以得到颌骨信息最大化，经济费用最小化以及对患者的辐射剂量最小化为基准的。X线影像不仅应提供对牙槽骨的质和量的精确评估，还要提供必要的解剖结构信息，如下牙槽神经管和上颌窦等，以减少并发症。对于种植术前放射学检查方法的选择，以往的文献中提出过多种建议和指南，尤其以与颌骨长轴垂直的横断面影像技术为首选的检测方法，因为它可以提供颌骨的颊舌向宽度、倾斜度和形态以及至关重要的种植区解剖结构的空间关系等信息（图6-1）。

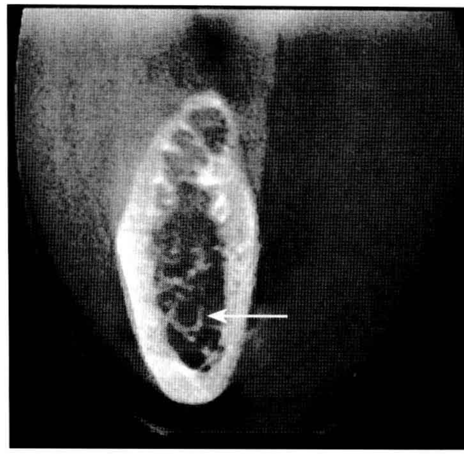


图6-1 CBCT（Accuitomo® 3D）的与颌骨长轴垂直的横断面图像示骨的形态，骨质，骨量和下颌管的位置（↑）

（一）解剖学评估

解剖学评估应对牙槽骨形态进行分析，包括骨量及骨质的情况。骨量的评估不仅包括骨量的减少，也要考虑不利的骨形态。骨质的评估主要包括松质骨和密质骨的结构、比例以及骨密度等。骨质和骨量的改变可以是局部性的，也可与全身系统性疾病有关。此外，种植体与重要的解剖结构之间的关系，如与神经、血管、牙根、鼻腔和上颌窦窦腔之间的关系可影响到种植手术是否成功以及最终的修复结果，在种植术前设计时应予足够的关注。

1. 牙槽骨形态与种植体的置入　拔牙后牙槽突有本质的和渐进的形态上的变化。这种现象称为剩余牙槽嵴吸收（residual ridge reduction，RRR），其临床重要性在于它是种植体置入过程中可利用的牙槽骨形态和骨量的主要决定因素。由于拔牙术引起或是由于RRR引起的牙槽骨唇颊侧骨壁的损失，有时只能允许将种植体置入在现存牙咬合区域之外。

大范围的牙槽嵴吸收经常导致刃状牙槽嵴。这种牙槽骨的形状对种植体的置入是非常不利的，必须削减成至少与种植体直径相当的平台或行骨劈开术（图6-2）。牙槽骨高度的减少也导致了损伤相关重要解剖结构的潜在风险。如果缺失牙形成于成年的早期，RRR可以是非常显著的上颌骨或下颌骨的严重吸收。在这种情况下，牙槽嵴吸收的模式为弧形而且骨的形态和角度表现出特殊的局限性。术前分析结果可提示进行牙槽骨重建术的必要性，如植骨术、上颌窦提升术，甚至正颌外科术等。

全面的牙槽骨形态的影像学分析包括对牙槽骨骨量、牙槽骨质量的分析以及对余留牙因素的评估。

（1）牙槽骨骨量：CBCT的应用使牙槽骨骨量的测量和分析变得更加容易，可通过专有软件或第三方软件利用光标移动直接进行计算测量，测量结果可以精确到0.01mm。

这些应用软件均可从三维的角度对种植体置入的空间进行测量：①垂直高度，可以首先在与颌骨长轴垂直的横断面图像上测量，但也应在重组曲面全景片图像上进行补充测量和

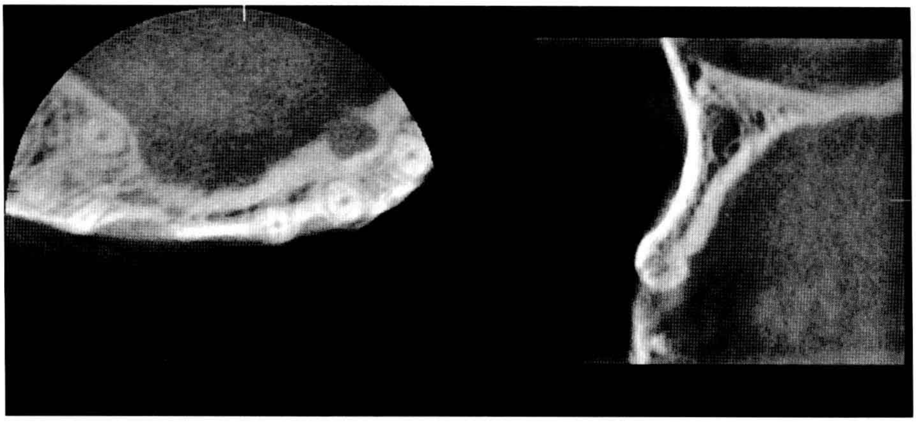


图 6-2　CBCT（Accuitomo® 3D）轴位平面和与颌骨长轴垂直的横断面的图像示刃状牙槽嵴

确定。在上颌骨，这个高度应是从牙槽嵴顶沿着预计的种植体的长轴至鼻底或上颌窦下缘的距离（图 6-3）。在下颌骨后部（颏孔之后），这个高度是从牙槽嵴顶到下牙槽神经管（IAC）上壁密质骨边缘的距离（图 6-4）。在颏孔部应该测量牙槽嵴顶到颏孔最下缘的距离及牙槽嵴顶到颏孔颊侧上缘的距离（图 6-5）。在双侧颏孔之间的下颌骨前部，应该测量种植体与下颌骨下缘的角度。如果有下牙槽神经管前部曲回（anterior loop of the inferior alveolar canal），那么牙槽嵴顶到这个前部曲回的距离也应该测量。这些测量提供的可利用骨量的数据信息可以用来确定种植体的长度。种植体的最大长度应该始终比牙槽骨的垂直长度短 1～2mm，因为钻孔时的深度一般会超出种植体长度 1～1.5mm，所以即使种植体最终没有接触到血管神经结构，一些损伤还是可能会出现的；②近远中距离：主要体现在重组曲面全景片图像上，轴平面影像可以辅助观察。对于大多数无牙颌牙弓，最重要的数据是下颌骨两侧颏孔间的牙弓长度，以及上颌骨两侧尖牙突起间的牙弓长度（图 6-6）。假设相邻种植体的最小间隙为 3mm，那么这个测量可以用来计算种植体的数目，即最多种植体数目 = 距离/（种植体宽度 + 3mm）。考虑到左右颏孔间的距离以及防止触碰到颏孔或者其前部的血管神经分支，这个区域最多只能允许 6 颗种植体植入。这点同时也适用于部分缺失牙的患者。如果种植体是在两颗牙之间植入，则应测量三个数据：第一个是邻牙牙冠的最大近远中宽度，以分析最终修复体的可用空间；第二个是邻牙釉-牙本质界稍下方的牙槽嵴水平处的近远中距离，以帮助选择种植体的宽度；最后一个是邻牙牙根中部的近远中宽度，大约是牙槽嵴顶下方 5mm 的水平。如果这个距离小于牙槽嵴顶处的近远中宽度，那么这就意味着应该考虑应用锥形种植体，以免侵犯邻牙牙根；③唇颊侧至舌腭侧距离，主要在与颌骨长轴垂直的横断面影像

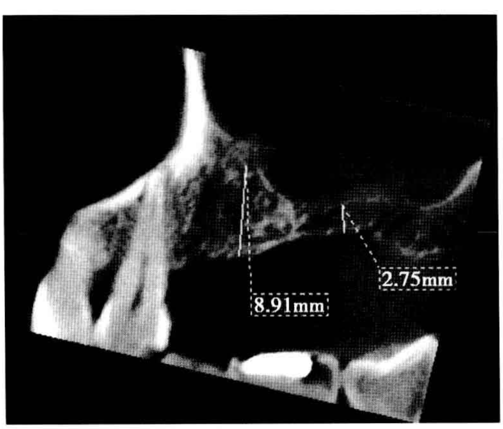


图 6-3　CBCT（Accuitomo® 3D）图像示上颌骨牙槽嵴到上颌窦下壁的垂直距离

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

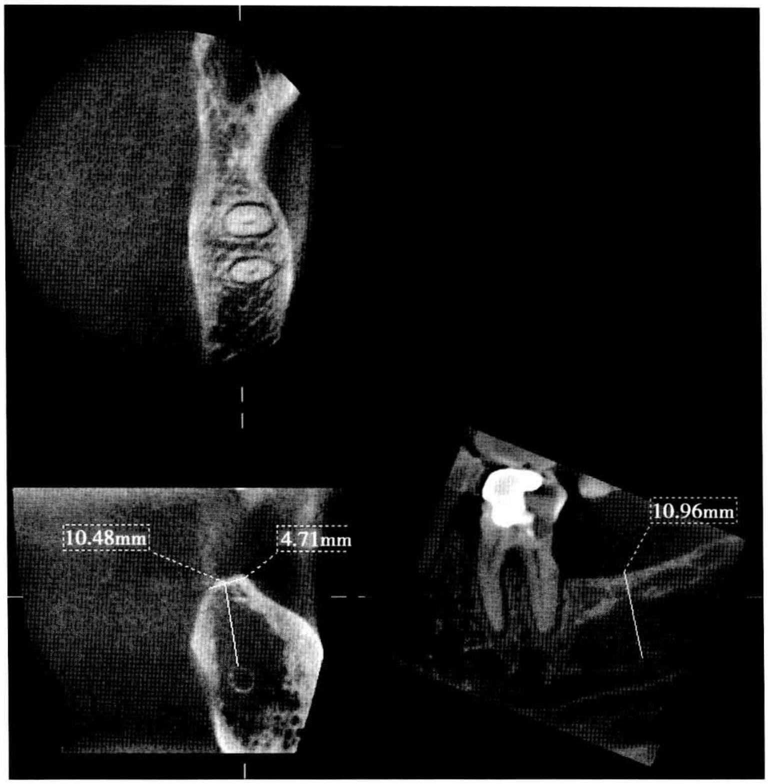


图 6-4　**CBCT**(Accuitomo® 3D)图像示牙槽嵴至下颌管上壁皮质骨外缘的最大垂直距离

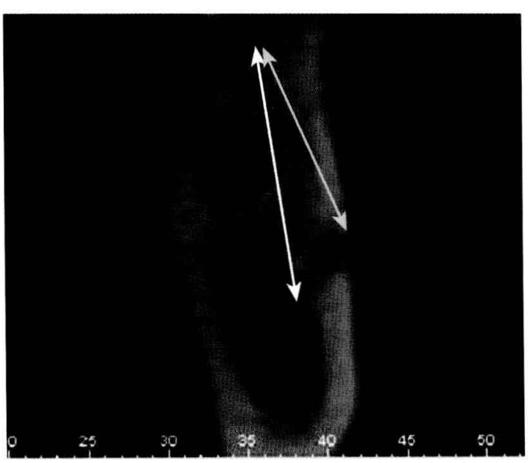


图 6-5　**CBCT**(DCT PRO® VATECH)与颌骨长轴垂直的横断面图像示牙槽嵴至颏孔最底缘和最上缘的距离

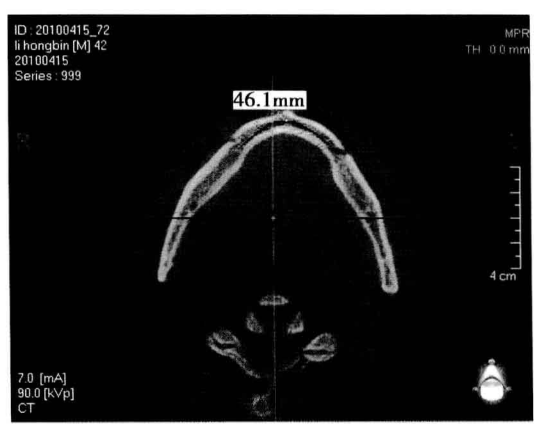


图 6-6　**CBCT**(DCT PRO® VATECH)轴位平面图像示双侧颏孔沿下颌骨牙弓之间的距离

上测量,偶尔轴位影像也可以起到辅助作用。每一个设定的种植体均需测量牙槽骨唇颊侧至舌腭侧的最宽及最窄距离(图 6-7)。一般一个种植体唇颊侧和舌腭侧都应该有至少 1mm 厚度的骨组织包围。所以牙槽嵴宽度应不少于 2mm + 种植体宽度。这个距离对于因有某些解剖结构的存在而造成牙槽骨量较少的区域非常重要,例如上颌的侧切牙区或是下颌的颌下腺区。

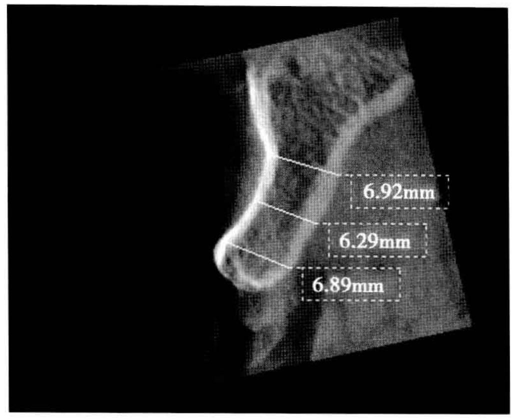


图 6-7　CBCT(Accuitomo® 3D)与颌骨长轴垂直的横断面图像示牙槽嵴颊舌最大距离

(2) 牙槽骨质量:在术前分析中建议使用牙槽骨质量等级评定量表。很多学者报告种植体失败率的增加与牙槽骨质量较差有关。然而,尽管该等级评定在临床研究中有所应用,但是还没有作为剩余牙槽嵴评估的方法而常规应用于临床。目前大多数的分类方法仍是基于与颌骨长轴垂直的横断面图像显示的松质骨形态特性和密质骨的厚度进行分类。传统的种植术前骨质分析方法是由 Lekholm 和 Zarb(1985 年)提出的。他们根据密质骨和松质骨的形态将牙槽骨质量分成四类。这个分类得到了许多研究的支持。第Ⅳ类患者的种植体失败率较高,第Ⅱ和Ⅲ类被认为是最适合于种植体的类型。对于传统表面的种植体,这个分类是适用的,但是对于新型改良表面的种植体,这个分类的作用则比较有限。也有人提出利用分析 CT 值(Hounsfield)来评估局部松质骨的密度。这些测量参数的可用性使他们可以和 Lekholm 和 Zarb 的分类方法相结合。尽管目前尚无上下颌骨统一的质量分类系统,但 Misch 系统已经被临床医师广泛应用。这个系统在观察到的骨密度基础上将骨组织分为 4 级。同一个颌骨的扫描记录中密度测量值的不同反映了局部骨密度的不同,低密度值代表相对较差的骨质。

(3) 余留牙因素:除了剩余牙槽嵴的形态,某些局部牙体结构在很多情况下也可以限制种植体的植入。拔牙后,不仅牙槽嵴有变化,颌间距离和牙间距离的潜在变化也能够侵占可利用的骨组织。无对颌牙的牙有继续萌出伸长的趋势。在同一牙弓内,经过一段时间,向着缺牙的区域,牙根有轻微的迁移,牙冠亦会有显著的旋转倾斜,从而侵占了种植体可利用的空间。

2. 种植体的位置与解剖结构的关系　种植体在口腔颌面区域的置入受到了上、下颌骨内存在的很多解剖结构的限制。

(1) 上颌骨:上颌骨的解剖结构如鼻腭管、鼻腔及上颌窦等结构的存在可以阻碍和影响种植治疗。

鼻腭孔(亦称切牙孔)及鼻腭管:鼻腭管是一个在腭骨板开口的致密骨管状结构,一般也称为切牙管。它位于上颌骨中缝,中切牙后方,向上后部行走至鼻平面(图 6-8)。经常可以见到两个侧管终止在鼻平面高度。管内行走着鼻腭神经和血管的终端。鼻腭管在形态和大小上存在着重要的个体解剖差异。梁欣等(2009 年)将该结构分为三种形状:单个的圆柱形,“Y”型,有 3 ~4 个分支管(孔)型。他们发现鼻腭管的平均长度为 9.9 ± 2.6mm,鼻腭孔的平均内径为 3.6 ± 1.0mm。当鼻腭孔直径达到或超过 10mm 时,就应该考虑相关的病理情

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

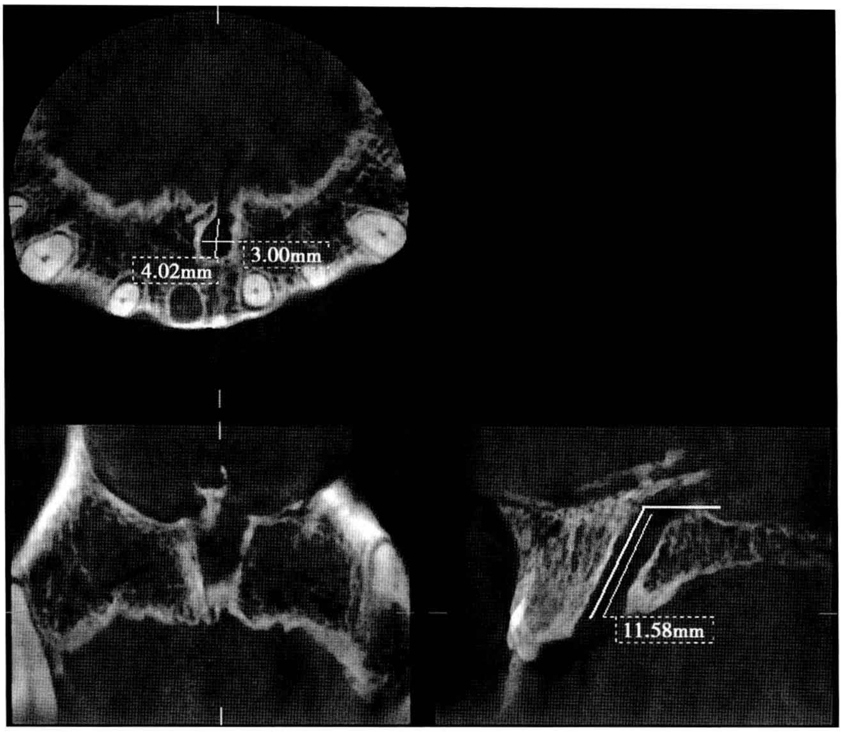


图 6-8　CBCT(Accuitomo® 3D)图像示鼻腭管在三个方位平面图像上的形态

况。种植体紧邻鼻腭管的置入与种植治疗失败有着密切联系,它可以防碍约 4% 的病例进行种植手术。种植体表面与管内结构的接触可以阻碍种植体的骨性结合或引起感觉功能障碍。另外,约人口的 1% 有发生鼻腭管囊肿的可能,应该在种植术前发现并治疗。

鼻腔和上颌窦:由于上颌窦和鼻腔的存在,使上颌骨种植体植入受到一定限制。种植体若进入这些结构则会减小种植体的稳定性并影响骨结合的形成。另外,这两个区域都非常容易造成种植体周感染而致手术失败。所以这需要将种植体植入于全部骨组织范围内,或至少控制在这些结构的密质骨边界内。解决办法包括增加牙槽嵴,填充和提升上颌窦,以及应用长度较短和直径较大的种植体。

术前的三维影像可以提供上颌窦特征的信息。因为上颌窦体积的多样性,在 CBCT 重组曲面全景片和与颌骨长轴垂直的横断面影像上的测量可以为应用植骨材料提供一个估量值。一些第三方软件也可以协助临床医师在种植术前对特殊的上颌窦体积进行分析测量(详见本章第四部分)。

(2) 下颌骨:在下颌骨,最应注意的重要解剖结构为下颌骨后部的下牙槽神经管和颌下腺窝,以及前磨牙区的颏孔和前部的神经血管束。

1) 下牙槽神经管:下牙槽神经管(inferior alveolar canal,IAC)又称下颌管(mandibular canal,MC),是容纳下颌神经束的分支,下牙槽神经血管束从下颌孔进入后在下颌骨中行走的一个骨性管状结构。下牙槽神经血管束在这个管状结构里行走至下颌骨中部,并在颏孔区发出颏神经分支。由于该神经管的走形存在着个体差异,手术中损伤管内神经的机会也随之增加(图 6-9)。尽管双下颌管这种解剖形态非常少见(≤1%),但是它的存

在也限制了种植体的安置(图 6-10)。另外,在以往的报告中,人群中约 10% 可在曲面体层片上观察到下牙槽神经管的前部曲回,这也揭示了这个区域存在着另一种潜在的手术创伤风险。在下颌骨后部的牙种植手术术前设计中,对下牙槽神经管位置的识别是其中非常重要的一个环节,因为不正确或过度的植入可以造成对下牙槽神经的损伤并导致最终治疗的失败。

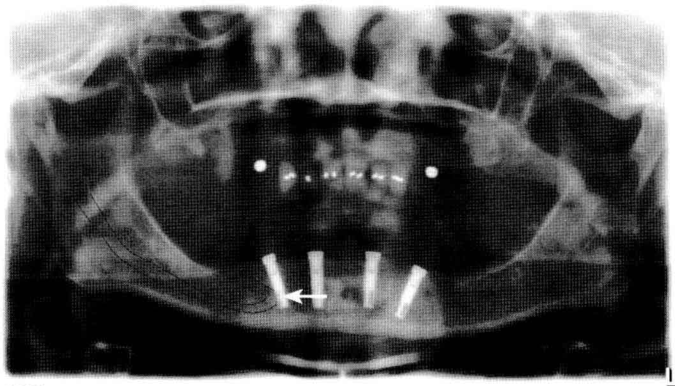
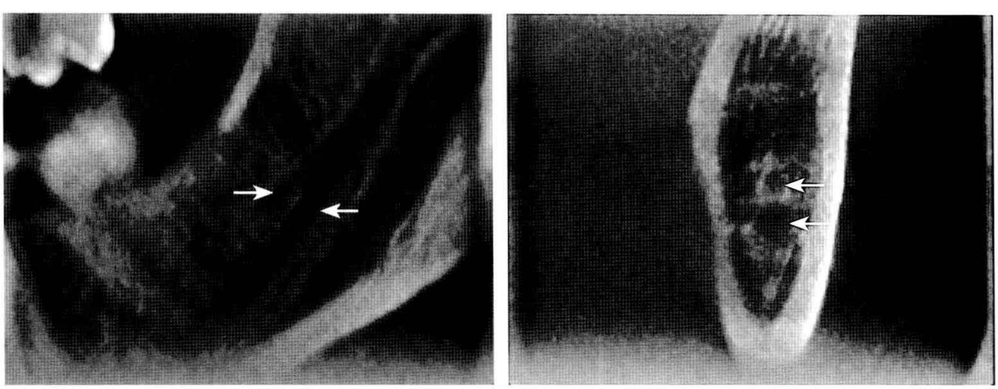


图 6-9　患者为女性,61 岁,牙种植手术后右唇和右颏部疼痛。曲面体层片示右侧远中种植体与下牙槽神经管在颏孔处的曲回(见曲线标记)**密切接触,临床疼痛症状也证明神经受到了损伤**
(此病例由比利时 ZOL East Limburg 医院提供)



(1)　　(2)

图 6-10　双下颌管 CBCT(Accuitomo® 3D)**图像**
(1) 重组曲面全景片(部分);(2) 与颌骨长轴垂直的横断面的图像示双下颌管解剖形态(↑)

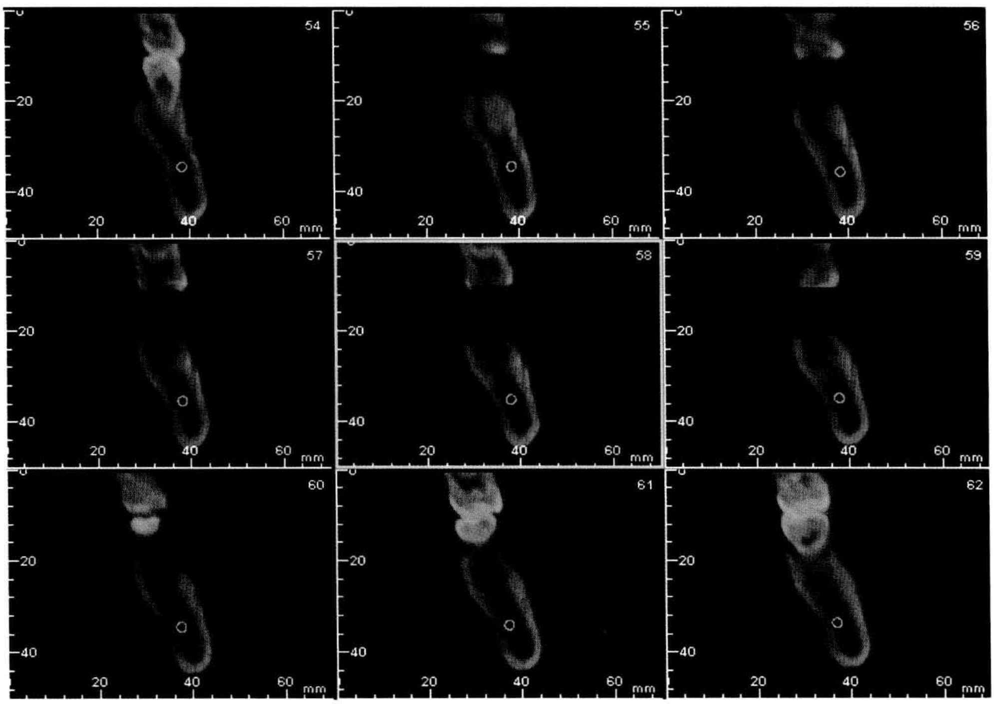
在 CBCT 影像中,下牙槽神经管可以通过在与颌骨长轴垂直的连续横断面图像上或在重组曲面全景图像上识别、标记(图 6-11)。

2) 颏孔区:颏孔内行走着下牙槽神经血管束的分支——颏神经。它是下牙槽神经管在下颌骨颊侧的出口。一般它只是个单一的结构,但是也存在一侧或双侧双颏孔甚至多颏孔的情况(图 6-12)。颏孔的典型位置是在第一前磨牙和第二前磨牙之间的牙槽嵴顶和下颌骨下缘之间的中间部分。但是,它也有在近至尖牙区,远至第一磨牙甚至第二磨牙区出现

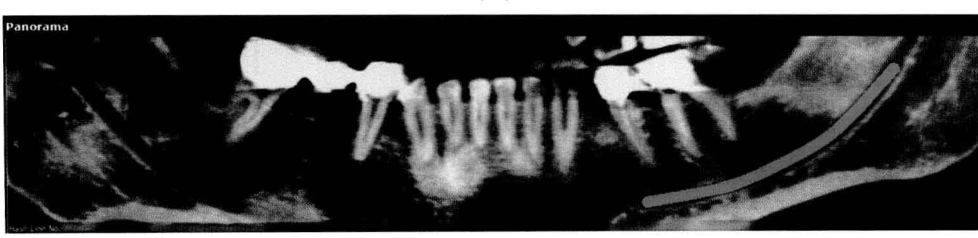
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注



（1）



（2）



（3）

图 6-11　下颌骨斜位重组图像（1），连续的与颌骨长轴垂直的横断面（2）及重组曲面全景图像（3）所标记的下牙槽神经管

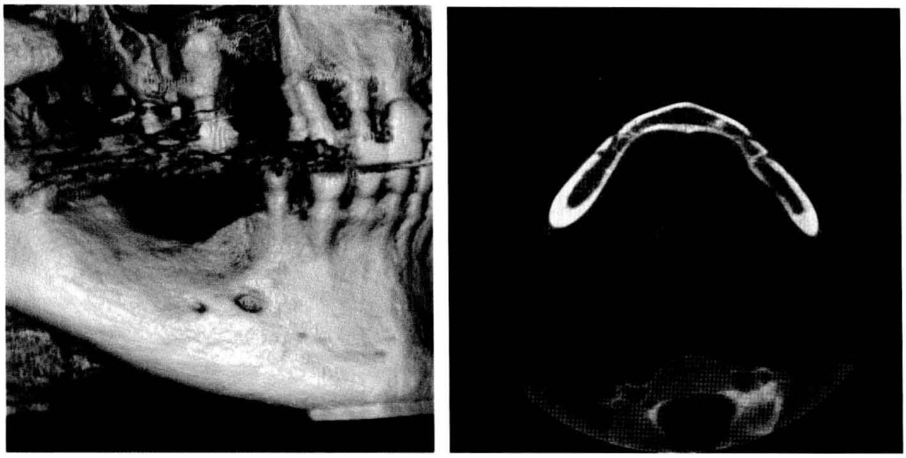


图 6-12　牙种植术前 3D 图像(Scanora 3D®)清晰地显示了双颏孔的存在，轴位图像(右图)也确认了下颌骨双侧双颏孔的解剖的特征

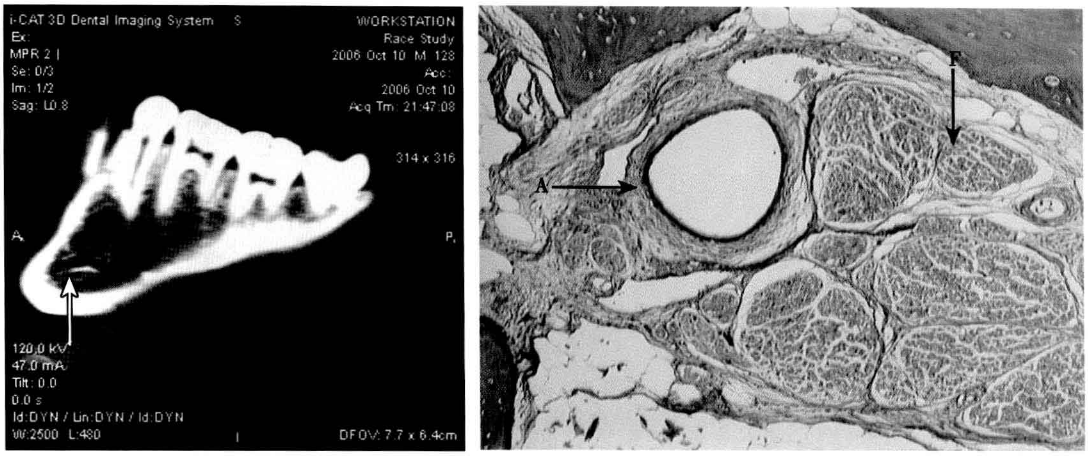
的情况。而且，颏神经血管束也有向近中延伸形成下牙槽神经管前部曲回的现象(图 6-9)。忽略这个前部曲回容易造成相关的术后并发症。这种医源性的神经损伤可以导致感觉神经的永久性损伤，影响感觉或造成疼痛。下牙槽神经管前部曲回的长度一般为 3～7mm。因此，为了避免损伤神经，距离解剖结构 2mm 以上的区间被推荐为种植体的安全植入区。

3）下颌骨前部区：对于种植修复体，下颌骨的前部通常被认为是一个理想和安全的区域。然而，牙种植术在这个区域的术后并发症，例如神经损伤的发病率却较高(31%～35%)。显微成像技术的应用使人们能看到颌骨前部内的各种微小的管状结构，一些细小的分支神经血管也行走于其中。在过去的 20 年里，有许多文献报道了有关下颌前部牙种植术术后发生严重的感觉神经障碍以及出血的病例。在骨吸收非常严重的颌骨上植入种植体，因为骨质稀少，如果计划不当，则容易造成舌侧皮质骨穿孔甚至颌骨骨折，并导致严重出血。这些并发症的发生也说明了术前对下颌骨前部解剖形态评估的必要性。然而，目前关于这方面数据的报道还很少。随着种植牙技术应用的日益增多，临床医师应该对下颌骨内正中管和舌侧管的存在及其解剖变异进行重新审视并予以重视，从而优化手术方案，避免并发症的发生。

4）下颌正中管：除颏神经外，下颌正中神经经常作为下牙槽神经的第二个末梢分支，也走行于一个骨性结构——下颌正中管(Mandibular Incisive Canal)中。该管由左右颏孔起始向前走行至下颌骨前部(图 6-13)。然而，许多临床医生忽视了下颌正中管的真实存在。Gray Anatomy 提到，下牙槽神经管分出两个分支，颏孔支和正中支；颏孔支向后反转最后到达颏孔，而下颌正中管仍然向前走行于前牙下方。传统的 X 线片通常不能显示这个解剖结构，曲面体层片可以显示颏孔和部分的前部曲回，但不能定位下颌正中管，而 CBCT 和螺旋 CT 的三维影像均能识别这条管道。

Jacobs 等应用高分辨率磁共振成像显示出下颌正中管内存在着神经血管束。这一发现从显微解剖的层面证实了损伤下颌正中管可以造成神经损伤的可能性。也有病例报告在术后的 CT 影像上发现种植体被植入到下颌切牙管内并触及到管内的神经，临床症状则表现为神经感觉的损伤或疼痛。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



（1）　　　　　　　　　　　　（2）

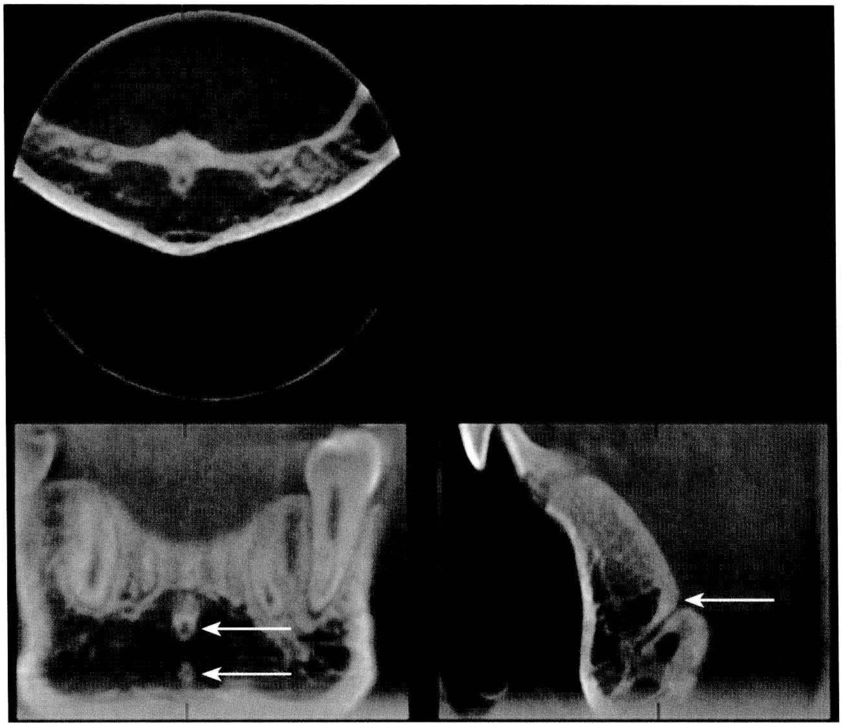
图 6-13

（1） CBCT(i-CAT®)图像显示下牙槽神经管在颏孔处的第二个末梢分支下颌-正中神经管(↑)；
（2） 组织学切片影像证明了管中血管神经结构的存在(A:动脉,F:神经)(↑)

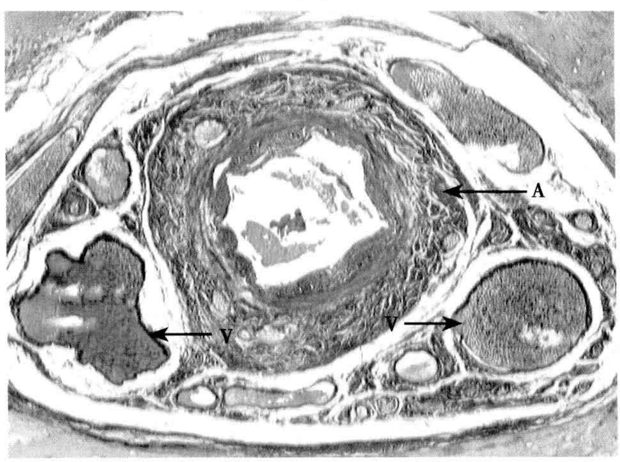
5） 下颌骨舌侧孔：下颌骨前部另一个重要的解剖标志是舌侧孔(Lingual foramen)和舌侧管(lingual canal)，位于双侧颏孔之间下颌骨舌侧的区域内。这些孔包括位于颏棘上下的颏棘孔和下颌骨中线两侧的舌侧孔(图 6-14)。在以前的解剖报告中，发现了管内血管神经结构的一些变异和吻合。已经发现能够进入这个管性结构的神经血管分支有舌动脉、舌静脉和舌神经的分支、下颌舌骨肌神经的分支，以及舌下或颏下动静脉的分支。这些动脉分支的损伤足以导致难以控制的骨内或软组织内的出血。这些发现也解释了下颌骨前部种植后出现出血或感觉障碍问题。

一旦这些解剖结构在种植手术中受到损伤，导致管内的神经血管束受到压迫或损害，将会导致以下并发症：①感觉障碍：种植术后，感觉障碍可由直接损伤，间接损伤(如在孔道中血肿压迫)或慢性刺激管内的神经血管束引起。如果种植体的植入位置穿过这些骨性解剖结构造成直接损伤后，因为管道中的神经末稍很细，多数情况下会出现不可逆性退变。如果是因为管道中的血管出血，形成血块并且无法去除，神经组织受血块压迫会形成间接损伤，而且会发散到其他的主要分支，如颏孔支等。感觉障碍也与慢性刺激有关。如果种植体位于神经的侧面或上方，那么当咀嚼的时候，会因反复慢性刺激导致神经性病变。感觉减退，麻木和感觉异常均为感觉障碍。有些病例疼痛是主要的问题，有些会出现触觉和温度感觉的障碍。所有这些变化可以是暂时的，也可以是永久的，取决于神经组织的损伤程度；②出血：在两颏孔间植入种植体可能导致口腔底部广泛的出血，从而引起严重的呼吸道阻塞。出血不仅可由器械刺通骨皮质导致，而且也可由于接触和损伤骨性管道内的血管组织而导致，如损伤下颌骨舌侧管等。下颌骨的前部区域有许多血管吻合，并为舌侧骨膜提供丰富的血供，即使是骨内的小的血管断裂也会造成流血不止。

梁欣等通过高分辨率的 MRI 和组织学证实了这些血管神经内容物的存在，而且还发现，这些孔由于位于下颌骨舌肌上或下，所以它们的神经血管来源不同。尤其重要的是证实了孔内的血管直径足够大，可因为损伤而导致严重出血。



(1)



(2)

图 6-14

(1) CBCT(Accuitomo® 3D)图像显示分别位于颏棘上下水平的下颌骨舌侧孔及其向唇侧走形的管道(↑);(2) 组织学切片图像证明了管中血管神经结构的存在(A:动脉,V:静脉)

(二) 修复学考虑因素

文献中报告过牙种植修复体的成功与种植体长度和直径的关系。长度较长和直径较大的种植体可以加强固位力,但是种植体长于 15mm 也可以增加热损伤和局部骨坏死的风险。此外,粗糙表面种植体的应用已减少了对于较长种植体的需要。种植体植入的方向也是术

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

前计划中必须要考虑的因素之一。有文献报告过种植体非轴向的植入可以导致种植体周围骨损失并对骨结合有阻碍作用,所以种植体长轴与修复后的牙长轴最大程度相重合是最有利的置入方向。然而近来亦有一些研究显示轴向置入因素与术后骨损失并没有重要的关系。尽管如此,种植体的过度倾斜还是可以影响美观效果或者要通过使用带角度的基台来弥补。此外,在种植体周围留有1~2mm的骨组织以及在种植体和邻近的重要的解剖结构(如下颌神经管,上颌窦和鼻窝)之间留有1~2mm距离的骨组织是安全的置入方式。这些数值说明了临床植入的耐受度和形成骨结合对骨量的要求。

所以从修复学的角度来看,种植体要求的理想的骨量可以被定义为牙槽骨的一个圆柱体大小,高为10mm,近远中径和颊舌径均为8mm,并且垂直于牙列的咬合平面。当然,如前所述,粗糙表面的种植体的应用改变了牙种植术对骨量和骨质的要求,使得现在即使应用短种植体也可以达到极好的结果。另外,术前计划也应该考虑到牙槽骨重建的可能性。

三、锥体束CT在牙种植治疗中的作用

牙种植治疗有三个相关阶段。CBCT在每一个阶段都有着特殊的作用。

(一) 术前分析和计划

这个步骤包括手术前治疗计划的制定和对术后修复体功能性和美观性的设计,以及对实际的和潜在的骨组织基础的分析。另外,在对患者进行全面的临床检查中,影像学分析对评估种植区域的形态学特征和解剖结构的定位是非常重要的。几种不同的影像学手段都可以对受区进行一定的测量评估。曲面体层片能够提供颌骨的大体解剖学信息及相关的解剖结构信息,但由于其存在失真的原因,曲面体层片并不适合于用来估计牙槽骨的骨量,尤其是在牙槽骨的高度上。此外,曲面体层片在清晰度方面也有局限性,这就阻碍了对颌骨结构的精细观察。口内根尖片对评估种植区域近远中距离具有价值,也可用于进行初步的垂直距离测量,但不能提供颊舌向距离的信息。尽管如此,曲面体层片和口内根尖片还是经常被用来辅助对种植区域的初步评价。这些检查方法的一个明显的局限性就是它们不能提供颊舌向距离以及牙槽突的角度等信息。目前还没有统一的关于牙种植手术术前使用CBCT检查的指导方案。一些人提倡将与颌骨长轴垂直的横断面影像(cross-sectional imaging)只应用于特殊的临床情况,而另一些人则提议与颌骨长轴垂直的横断面影像应作为一种常规选择用于种植术前检查。无论如何,CBCT的应用,使包括与颌骨长轴垂直的横断面影像的三维影像可以通过低辐射剂量和相对较低费用的影像学检查来实现。这个三维数据一般以二维影像的格式从三个方位的平面显示:①轴位平面(axial plane)图像,这种图像从水平方向提供了牙槽骨的信息(图6-15)。对于全口牙缺失的情况,轴位平面影像也可以被用来测绘种植体的最佳定位,以使最终修复体达到最大的稳定性和固位力。不同的需求取决于最终的修复体是种植体支持型的(完全由种植体支持,不能被摘戴的固定修复体)还是种植体固位型的(由种植体补充固位力的可摘义齿)。对于局部牙缺失的情况,牙槽嵴顶水平的轴位平面影像可以提供在该平面上可利用的牙槽骨的近远中距离。此外,轴位影像还可以提供种植体植入的位置与牙弓曲度的关系。理想的种植体的植入点与邻牙的连线应该与牙槽弓弧度一致;②重组曲面全景图像,该影像向临床医师提供了类似于传统曲面体层片的影像

（图 6-16）。但是，与传统曲面体层片不同的是该重组曲面全景片影像将角度和空间的变形失真降低到了最低程度。对于无牙颌患者，该影像可以提供牙槽嵴高度和外形的信息。此外，重组曲面全景片尚有助于在垂直方向上选择最佳的植入位置，并便于在术前考虑牙槽嵴是否需要进行修整手术。对于部分牙缺失情况，该影像可以指导种植体与邻牙牙根保持最

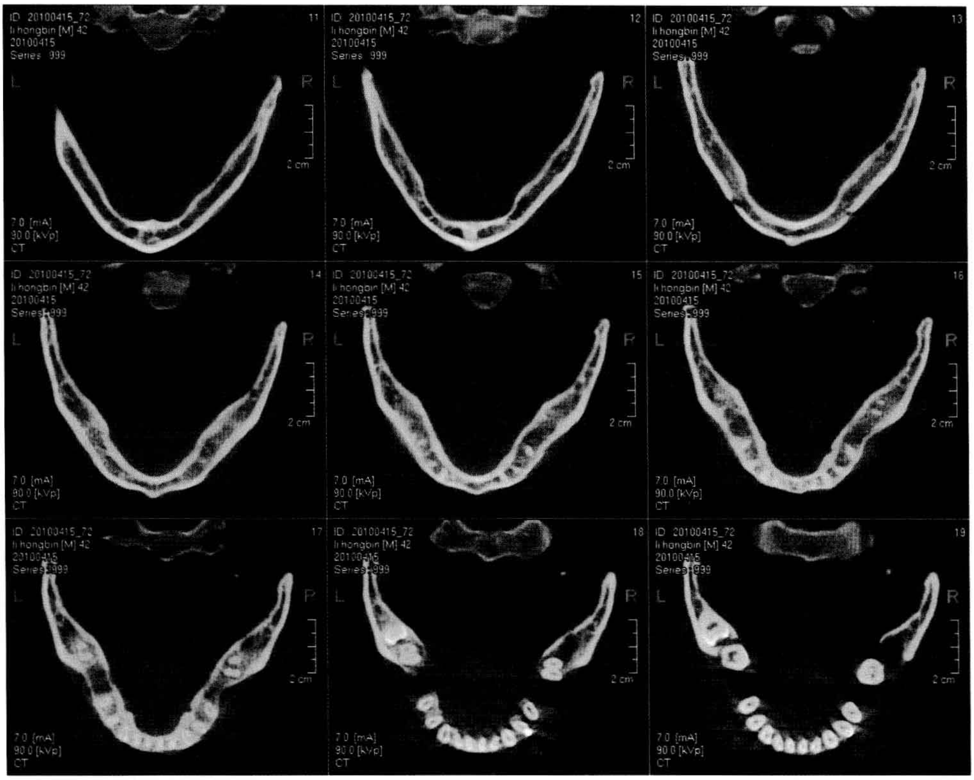


图 6-15 DCT PRO® VATECH CBCT 的连续轴位平面影像

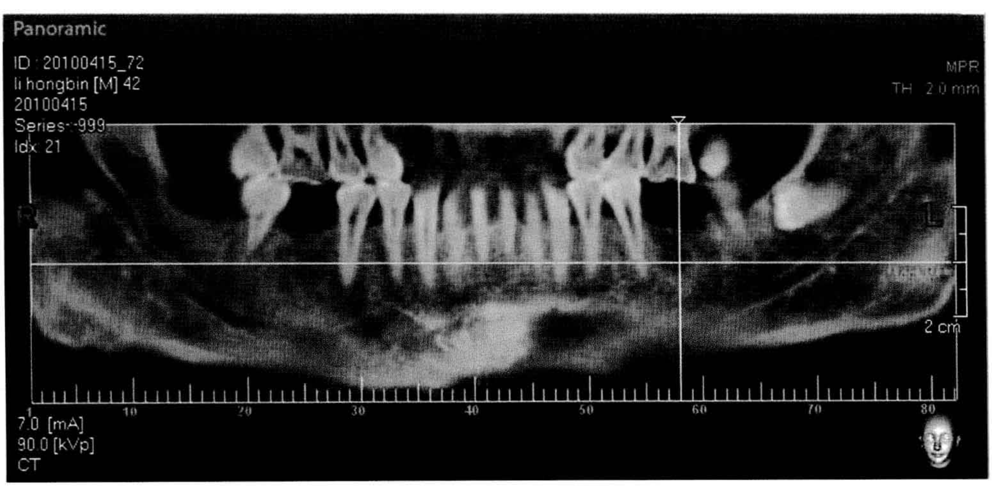


图 6-16 牙种植术前 DCT PRO® VATECH CBCT 的重组曲面全景图像

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

佳的距离(至少1.5mm)并与重要的解剖结构之间保持足够的距离,如上颌的切牙孔、上颌窦或下颌的颏孔、下牙槽神经管等;③与颌骨长轴垂直的横断面(serial trans-axial plane)图像,连续的横断面影像(1或2mm厚度)为每个单独的种植体的定点分析提供了颊舌间密质骨骨量,牙槽骨高度和局部解剖结构等必要的局部信息(图6-17)。另外,该影像能够直接用于测量种植体和上部修复体在颊舌方向的角度,以便做修复前的必要准备。这对上颌前部区域的美观修复尤其重要。理想的种植体与修复体的角度应该小于25°。

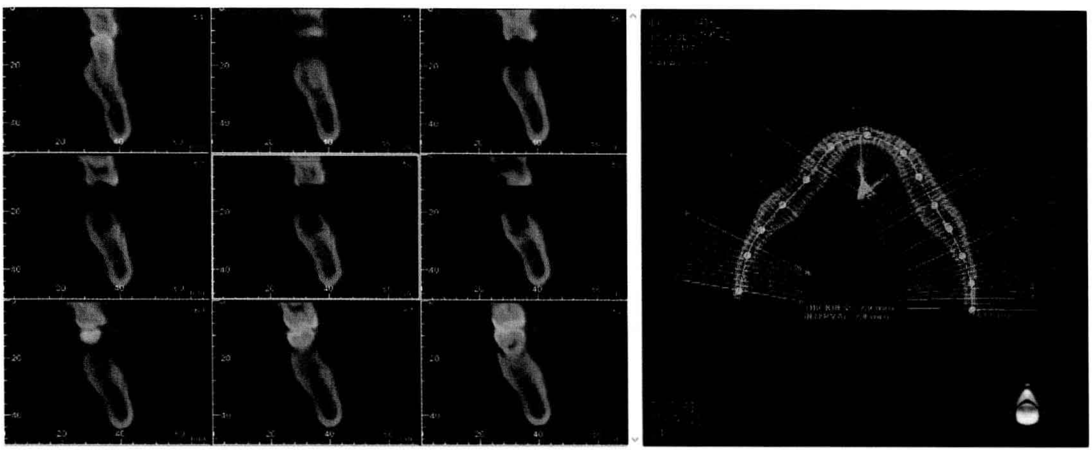


图6-17 利用下颌骨轴位平面为基础的再次分切功能(DCT PRO® VATECH CBCT)得到的多张连续的垂直于下颌骨长轴的横断面图像

除此之外,CBCT的实用性和简易的DICOM文件的输出已经拓宽了种植体相关软件的使用,使术前计划更容易进行。

(二) 术中治疗

这个步骤包括种植体的植入和临床修复体的安置。种植体植入骨内的部分,可以预先在X线图像上测量确定钻孔的深度。通过在手术区域插入一个带刻度的金属标记物,然后利用平行投照对该区域拍摄一幅根尖片,此根尖片即可以被用来确定术区的位置和种植体植入深度。由于可以快速提供手术区域的X线图像以及具有定位的准确性,数字化口内片可以作为种植手术术中初期的辅助影像。尽管如此,二维影像的固有特性,辐射剂量的累积,使用的不方便性以及放射性污染风险的增加等均限制了术中放射学技术的应用。曲面体层摄影也可用于术前准备检查,但二维影像的特性及其所显示解剖结构间关系发生变形的缺陷,也限制了它的适用性。出于对辐射剂量的考虑以及标记用的引导钻造成的金属干扰影像使精确度有一定的局限性,CBCT影像一般不应用于这个手术阶段。然而,近来的外科手术的影像导航技术的开发使CBCT影像可以和计算机相结合来辅助手术的进行(详见本章第五部分)。

(三) 术后维护及分析

这个阶段包括种植治疗成功与否的长期跟踪和维护。对于术后种植体功能的分析主

要是依靠临床检查评估，如检测活动度，牙龈炎症的临床体征，牙周附着丧失和牙周袋的形成等，同时应辅以影像学检查来确定骨损失的程度。由于金属在 CBCT 影像上会产生干扰影，尤其是上颌骨，这就使得采用 CBCT 检查种植体与骨组织之间的结合情况和发现潜在的病变变得比较困难。所以平行投照的根尖片仍作为常规的术后检查方法为临床医师提供牙槽嵴顶和沿种植体表面骨损失的定量信息。此外，影像学检查在对与种植体相关病变的初期诊断中亦具有重要价值。边缘骨损失的进展速度在种植术一年后迅速减慢，骨损失变得非常微小，CBCT 影像的分辨率并不适用于对这种性质骨量减少的分析测量。大多数失败的牙种植体的早期发现是由于种植体骨结合的缺乏。极少数为患者本身存在的某些风险因素造成，如 2 型糖尿病和重度吸烟习惯等。此外，种植体失败的原因还可能与残余的根尖囊肿，临近牙齿的牙周损害，骨质疏松，胃病以及节段性回肠炎等疾病相关。

尽管 CBCT 对术后种植体周骨量损失以及骨结合的分析测量意义不大，但是，如果种植术后发生并发症，CBCT 可以对这些并发症的形成原因进行明确诊断。出血和神经功能障碍是最常出现的也是最严重的并发症。神经功能障碍可由直接损伤、间接损伤（如血肿压迫）或慢性刺激颏神经、下牙槽神经的前部曲回或下颌正中神经引起（图 6-18）。种植体植入造成下牙槽神经管穿孔也是一个主要的并发症。它可以导致颏区的感觉异常以及使近中牙齿丧失活力。另外，在双侧颏孔间植入种植体可能导致口腔底部的广泛出血，从而引起严重的呼吸道阻塞。出血不仅可能由器械刺通密质骨导致，而且也可能由于损伤骨性管道内的血管而引起，如损伤下颌正中舌侧管等。下颌骨的前部区域有许多血管吻合，并为舌侧骨膜提供丰富的血供，即使是骨内的小的血管断裂也会造成流血不止。

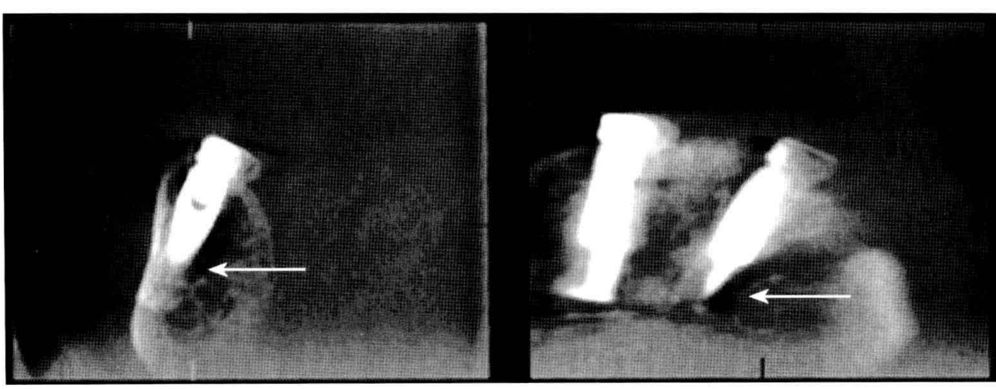


图 6-18　位于 34 牙位的种植体触及了下颌正中神经（↑），导致患者慢性神经痛
（此病例由比利时 ZOL East Limburg 医院）

总之，由于区域性的感染，种植体失败时经常会伴发种植体周围骨的损失。根尖片和曲面体层片普遍地用于移除种植体术前对骨损失的测量，而 CBCT 则可以提供该区域损害程度的信息，以对重建工作起到关键作用。

CBCT 提供的与颌骨长轴垂直的横断面影像在术前对牙槽骨形态的评价以及术后种植体失败需要移除时的分析中均具有重要作用，其与相应软件应用的结合，已经使口腔修复、口腔外科及口腔诊断等学科在种植治疗的计划和手术过程中易于合作。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

四、术前图像分析评估的形式

CBCT影像资料可以通过两种形式即图像形式(非软件设计形式,software independent approaches)及数据形式(软件设计形式,software dependent approaches),提交给临床医师,提供对拟行种植部位的术前分析评估信息。

无论应用哪种方式,也不管仿真软件有多么完善和详尽,这个术前分析计划能够转入临床手术领域并拥有医学上可接受的精确度是非常重要的。现行的几种可以实现这种转换的技术包括诊断指导,手术导板和手术导航——所有这些技术都需要三维影像的支持。

(一) 图像形式或非软件设计形式

利用常规CT影像获得的种植术前计划一般是通过CT机专用的软件进行二次重组完成的。对于每一个品牌的CT机,都使用自己独有的重组软件。例如,西门子螺旋CT使用的是Dental CT®软件(Siemens,Erlangen,Germany),而通用电子(General Electrics)的MSCT使用的是Dentascan® software(GE,Medical systems,Milwaukee,USA)。重组后,影像大多打印在透明的胶片上。这种硬拷贝是为临床医师提供术前种植体方位信息的第一种方法,直到现在也被很多临床医师采用。然而,应该引起注意的是越来越多的影像中心在向全部数字化转变,这种数字化变革可以将数据连同简单的浏览软件快速地拷贝在光盘上或是将图像发布在可以通过网络网页浏览的系统中,这样可以减少胶片拷贝的打印输出。

但是,临床医师不能够通过这种方式自行对图像进行调节或重组,只能依赖于放射科技师根据自己的经验以及其对于修复和手术需要的了解所提供的图像。

(二) 数据形式或软件设计形式

在个人计算机上可以安装应用的种植设计软件的推出,为临床医师提供了方便的技术工具。在1988年,Columbia Scientific,Inc.(Columbia,Maryland)开发了与GE CT扫描机一起工作运行的3D齿科软件程序。自1993年,SimPlant™软件使临床医师可以在个人电脑的用户界面上直接进行操作,分析和设计种植体的植入位置和方向。这个发展推动和建立了CT数据输出的非专属图像格式——医疗数字化影像通信(digital imaging and communications in medicine,DICOM)标准。计算机处理数据和存储图像的应用,进一步促进了第三方种植设计和分析软件的商业化应用。

现在,这种方式大多普遍使用CBCT影像数据对种植术进行术前计划(图6-19)。由CBCT制造商提供的医疗数字化影像通信功能和可以进行设计测量的免费软件(如iCat Vision,ISI,Hatfield,PA,USA)已经拓展了软件支持方式在种植修复设计方面的临床应用性。另外,大量的第三方颌骨种植手术设计软件已被开发应用(表6-1)。这些应用软件可以直接将DICOM数据导入诊断和设计工具中。

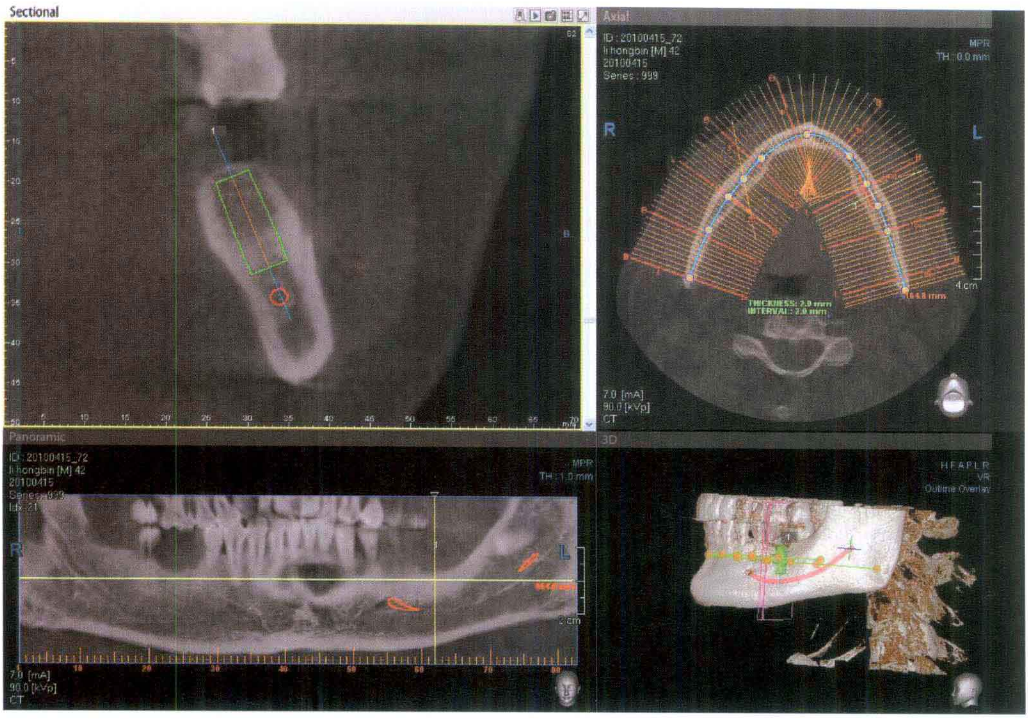


图 6-19　EasyDent V4 Viewer 软件展示位于下颌左侧第一磨牙处牙种植术术前计划案例。术前计划中可以设计种植体的安放位置以及从轴位平面，与下颌骨长轴垂直的横断面，全景图像和三维重组图像上检查种植体植入位置与解剖结构的关系（取自北京大学口腔医院 DCT PRO® VATECH CBCT 机）

表 6-1　部分第三方种植设计应用软件

软件名称及网站地址	厂　　商
Easy Guide® www. keystonedental. com	Keystone Dental, Burlington, MA, USA
Image Guided Implantology (IGI) www. denx. com/igi_concept. html	DenX Ltd, Jerusalem, Israel
Implant 3D® www. implant3d. com/index. html	Media Lab Software, La Spezia, Italy
Implant location System(ILS)® www. tactile-tech. com/products_ILS_implant. asp	Tactile Technologies, Rehovot, Israel
ImplantMaster® www. ident-surgical. com/tec_01. htm	iDent, Ft. Lauderdale, FL, USA
Med 3D® www. med3d. de/en/key_en. html	med3D AG, Zürich, Switzerland
Procera® Software + Nobelguide® www. nobelbiocare. com	Nobel Biocare AB, Göteborg, Sweden
Simplant®, Surgicase® www. materialise. com/materialise/view/en/131396-SimPlant + Platform. html	Materialise Dental NV, Leuven, Belgium
Virtual Implant Placement(VIP)® www. implantlogic. com	Implant Logic Systems Ltd., Cedarhurst, NY, USA

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

以计算机为基础的种植修复设计软件的普遍特点是允许临床医师根据临床修复和手术的需要调整图像数据，包括角度、方向、层面、厚度等。

五、种植术前计算机辅助设计和种植导板的制作

利用计算机对牙种植术进行辅助设计包括利用软件进行设计和将设计转化为种植导板在术中应用。

（一）种植术前计算机辅助设计

最基本的辅助设计是辅助软件可以显示图像的基本格式以及提供各种测量工具。这种软件可以用于对拟种植区域进行基本的定量分析测量。一般来说，这种软件操作比较简单，大多是可以直接导入 DICOM 的数据，不需要将图像数据重组为专有格式。临床医师可以在这些软件上通过自行调节对图像进行观察和测量。

这种计算机辅助设计的特点是：①可以对三维数据进行重新定向；②可以观察到全部与颌骨长轴垂直的横断面影像；③可以通过增加所选取图像的层厚，得到类似于平片效果的图片；④可以利用鼠标直接在图像上定点测量；⑤能够调节图像至最佳观察效果（图 6-20）。一些 CBCT 机的专有浏览软件也具有这些功能，如 Scanora® 3D（Soredex，Tuusula，Finland）的

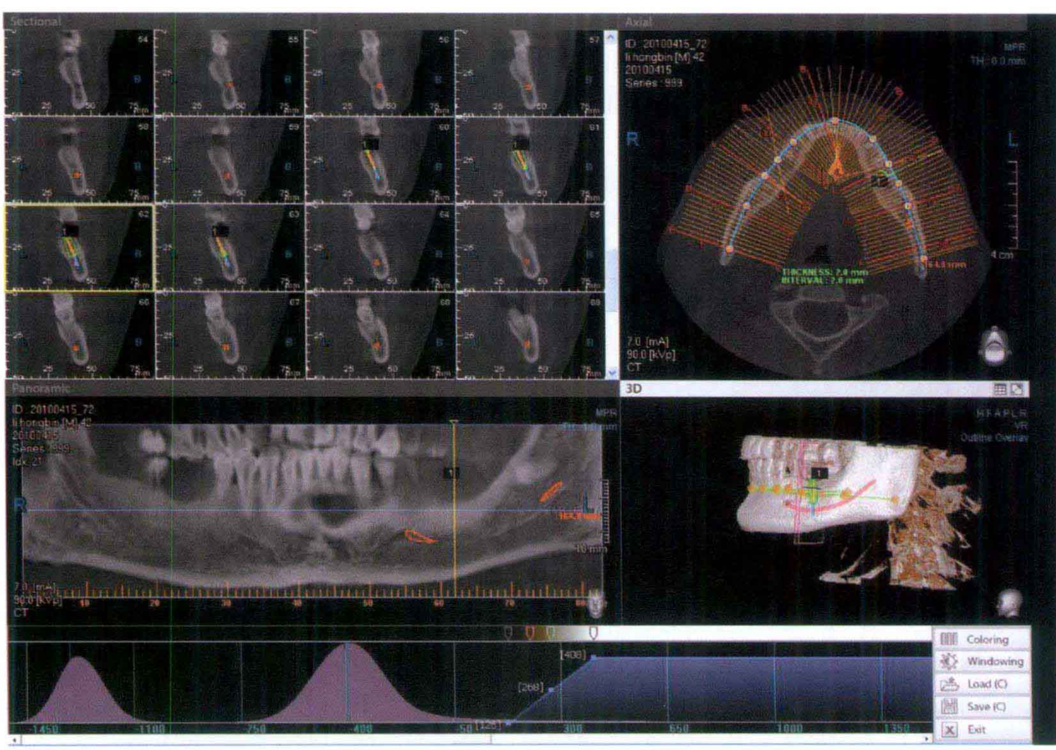


图 6-20　EasyDent V4 Viewer 软件展示计算机辅助设计牙种植术的特点

种植体可以同时在所有相关的影像层面中显示，并且利用该软件可以自行调节图像层厚，进行定点测量以及调节影像对比度、明暗度等（取自北京大学口腔医院 DCT PRO® VATECH CBCT 机）

应用软件 On Demand 3D viewer(Cybermed Inc, Seoul, South Korea)和 i-CAT® 的应用软件 iCAT Vision(Imaging Sciences International, Hatfield, Pennsylvania, USA)。

在此基础之上产生的较高级的软件除了进行分析测量之外,还可以支持用户模拟种植术中种植体的置入和术后上部修复体的安装进行种植治疗计划。这种软件应用起来相对比较复杂,因为它具有更多的工具和参数,临床医师在设计的时候需要进行选择。这种软件在显示图像格式上与前一种软件大致相同,但是在操作技术上相对较复杂,需要使用者有相当的操作技巧。

两种计算机辅助设计软件均可提供四类图像:①从牙冠到牙根方向连续多层面轴位图像。②从近中到远中与颌骨长轴垂直的连续多层面横断面影像。这类图像对于观察颌骨的厚度和解剖结构有重要帮助。③从唇颊侧到舌腭侧连续多层面重组曲面全景图像。这三类图像相互关联,每当标记点在其中一个方位图像上移动时,其他两个方位图像会同时变换出标记点所在部位的相应图像。④三维立体图像。

除此之外,上述第二种软件还可以提供:①可视化工具:包括利用工具进行相关的测量(骨组织高度、宽度、形态、种植体与各解剖结构之间的距离等),根据测量数据选择适合的种植体,然后模拟将种植体放置在二维图像上。并在此基础上建立三维立体影像,使临床医师可以从立体的角度检查种植体的位置并可以在这个三维影像上对种植体的位置和角度进行进一步调节。有两种形式的三维重组影像。一种是虚拟三维表面的形式,可以体现出骨解剖结构的表面特征(如颏孔和鼻腭孔)和牙槽嵴的形态;另一种是虚拟三维体积的形式,可以清楚地显示颌骨内部结构(如下颌管等)和种植体在颌骨内的情况;②外科工具:利用软件的外科工具功能,可以跟踪标记出重要解剖结构的方位。例如,可以在与颌骨长轴垂直的横断面和重组曲面全景图像上标记出下牙槽神经管,标记后也可以通过三维立体影像显示(图 6-11)。这个外科工具尚可以用来模拟骨的移植填充,即将固体材料插入与颌骨长轴垂直的横断面或重组曲面全景图像上。这种功能多用于模拟上颌窦提升术。另外,此工具还有可以选择种植体的形状和大小的功能。为了方便于临床工作,一些软件提供了各种种植体产品的图形,以供临床医师在设计中根据特殊的要求而选择。如一些软件中有能够选择的种植体产品的目录(图 6-21);③手术操作界限的指示工具:这个工具为术者对种植体周围的安全区域提供了一个直观可视的指导。术者可以在这个功能的帮助下,根据推荐的种植体周骨组织范围,通过调整种植体的大小,选择最合适规格的种植体。一般种植体的根端为平面,而手术中工作钻的尖端为锥形,这个尖端会超过种植体放置的位置。所以手术中一般要在种植体根部以下为工作钻的尖端预留出大约 1.5mm 的距离。这个工具可以模拟预留种植体置入时工作钻尖端所需要的空间,以在术前设计阶段为医师提供相关信息;④修复科工具:这个工具可以使临床医师在 CBCT 影像上直观地看到上部修复体添加后的效果(图 6-22)。首先可以观测种植体的长轴。这不仅对于多个种植体及其牙冠定位的设计调整非常重要,而且对于确定种植体长轴和牙冠长轴之间的偏差角度也很重要。种植体与基台的倾斜角度小于 12~15°时,应力在种植体上的分布几乎与无倾斜角度时相近。但是,为了避免种植修复的失败和减少种植体非长轴的应力,这个角度不应该超过 25°。这也可以帮助修复科医师选择最合适的基台以及确定基台空间。这个空间距离也称为软组织深度,是种植体颈部与牙槽嵴顶软组织边缘之间的高度。这个高度根据个体差异可以从 2~4mm 不等。所以基台高度的选择应以在与颌骨长轴垂直的横断面图像上精确测量的结果为基础。过短的基台容易造成修复后软组织发炎,而过长的基台则会影响美观的修复。

此外,修复科工具尚可测量基台的生物力学参数。提供的数据可以指导最终修复体的

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

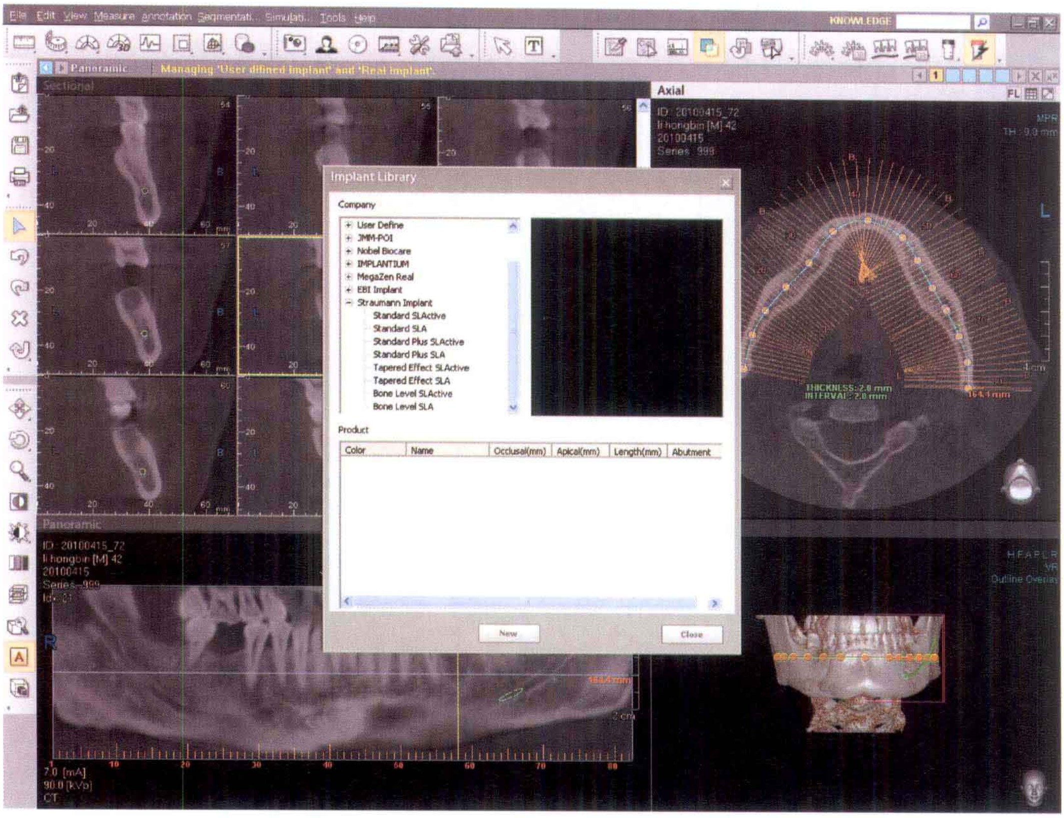


图 6-21　EasyDent V4 Viewer 软件提供的可供医生在术前设计中选择的种植体产品目录（取自北京大学口腔医院 DCT PRO® VATECH CBCT 机）

结构和修复方式。尤其有助于种植体支撑的 CAD/CAM 修复设计，包括确定①牙冠长轴与咬合平面之间的角度（最好小于 30°，不能超过 60～70°）；②种植体外露部分的中心到修复体颊平面的距离（一般要小于 7mm）；③牙冠高度；④修复体长度（牙冠长度＋基台高度）与种植体长度的比例（应该接近自然牙的冠根比，不能大于 1）；⑤非种植体长轴应力的力矩；⑥咬合力传导至基台和种植体相邻表面的百分比。

（二）计算机辅助设计制作种植导板

一旦通过软件在计算机上完成种植修复计划，如何将这些信息导入外科手术和修复治疗就是另一个关键问题所在了。一些临床医师仍仅选择参考设计数据进行手术。显然这种人为的记忆转换可以为术者提供很大的自由度，但是也的确增加了可变性和减小了种植术前设计的预测性。特别是处理复杂病例的时候，选择计算机辅助转换可以避免这种改变。

目前这种应用主要体现在种植导板的制作及其术中应用领域。最初的种植导板制作是在 CT 数据的基础上，在软件上进行种植术术前设计，然后将软件分析设计数据转移到手工制作的树脂模板上。在该系统的应用过程中，要根据患者情况，先制作一个诊断扫描模板。在这个模板上要恢复患者的缺失牙（即需要种植部位的缺失牙）。然后患者配戴这个模板进行 CBCT 扫描。利用这些扫描数据在相关软件上进行种植修复设计。之后将这个设计数据和扫描模板以及患者口内模型一起发送给第三方的导板供应商。最终由该供应商利用设

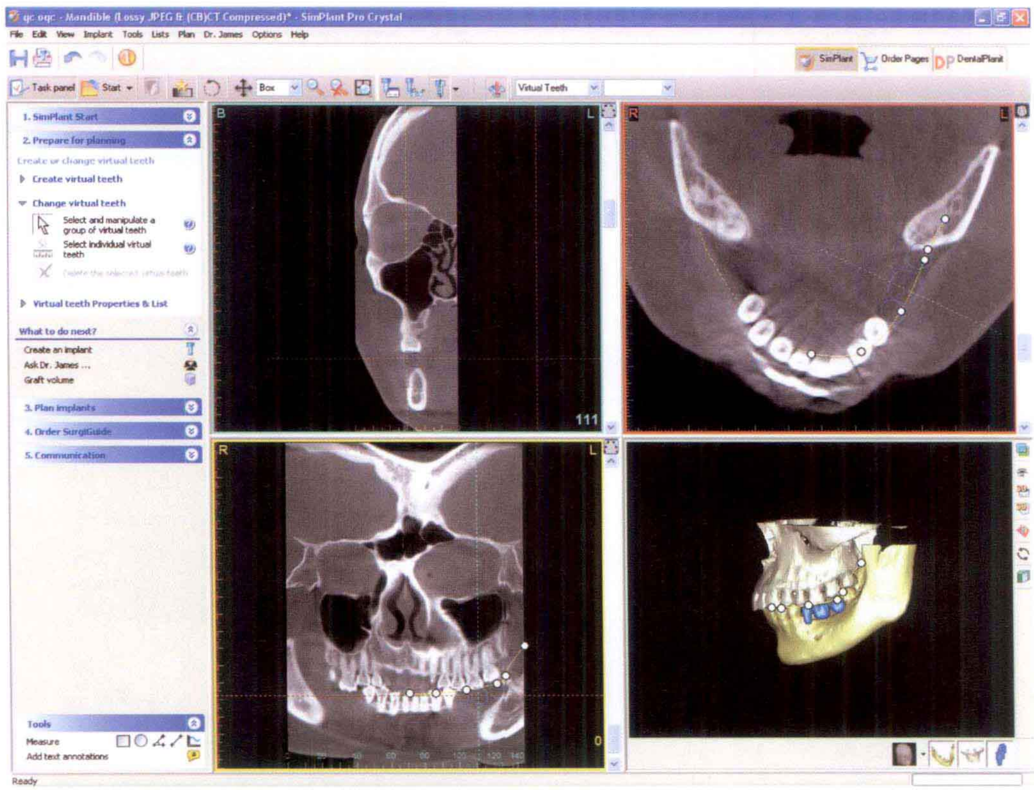


图 6-22　在 Simplant 软件（Materialise，Leuven，Belgium）上进行种植体上部牙冠三维可视化设计

计数据将诊断扫描模板转化成手术导板。尽管前面提到了一些可以进行种植修复设计的先进软件（表 6-1），但是了解各种手动导板制作系统，选择适当的设计软件是非常必要的。这种系统的优势是其手术导板是在扫描模板的基础上手工制作的，该方法降低了设备及材料成本。Ray Set®（Biaggini Medical Devices srl，La Spezia，Italy）即为这一系统中的产品之一。这个扫描模板是排牙后用阻射 X 线的树脂材料翻制的，类似于活动义齿中的基托制作（图 6-23），然后患者配戴这个模板进行 CBCT 扫描。扫描后的数据导入 Implant 3D®（Media Lab Software，La Spezia，Italy）设计软件中进行种植体植入的设计。Ray Set 仪器可以将软件提供的种植体定位参数从虚拟的屏幕显示转移到现实的患者模型上。Ray Set 仪器是一部三维平行仪，可以确定种植体的定位轴，种植体在二维平面上的倾斜度（唇颊-舌腭侧平面和近-远中平面）以及种植体的高度。然后通过平行仪的定位点，在患者的石膏模型上钻孔，最后完成导板制作，在种植手术中应用（图6-24）。另外，Easy

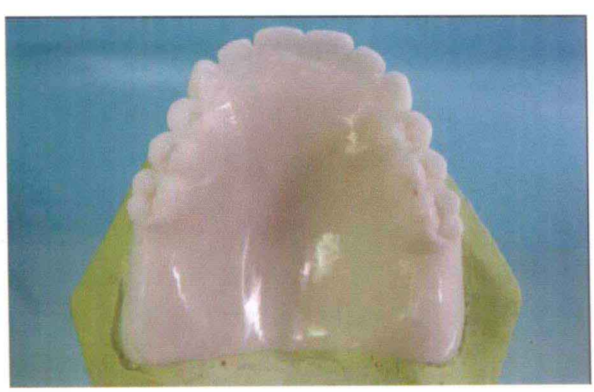
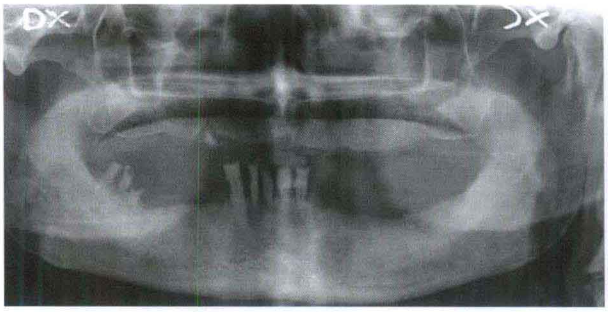
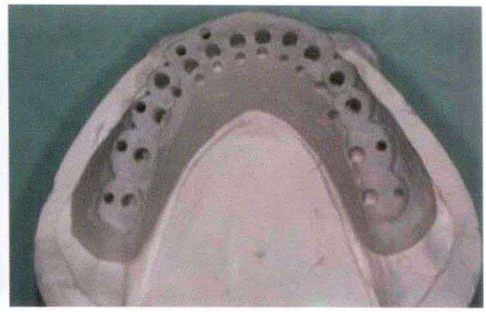


图 6-23　患者在 CT 扫描时需要配戴的可以在 X 线图像中显影的扫描模板

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



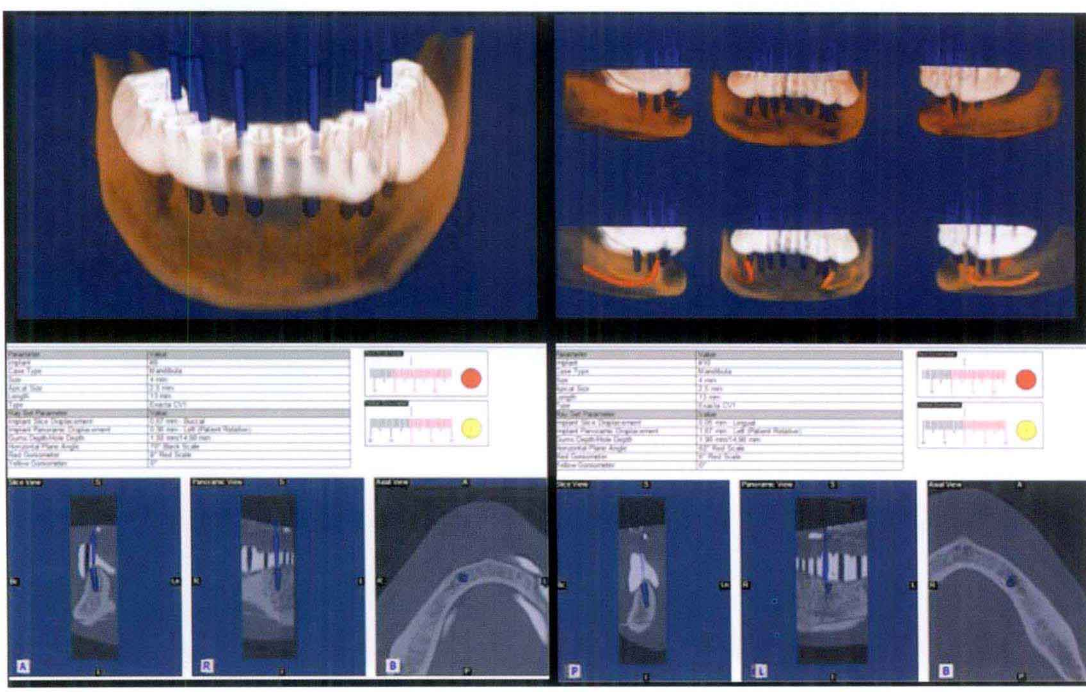
（1）



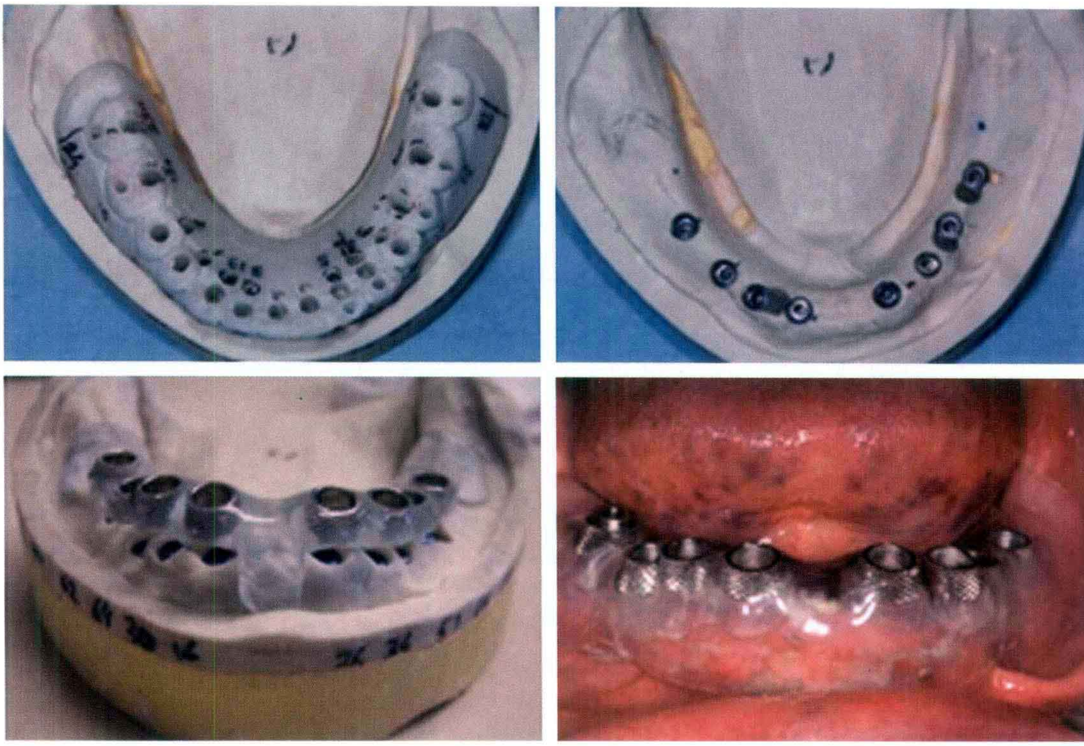
（2）



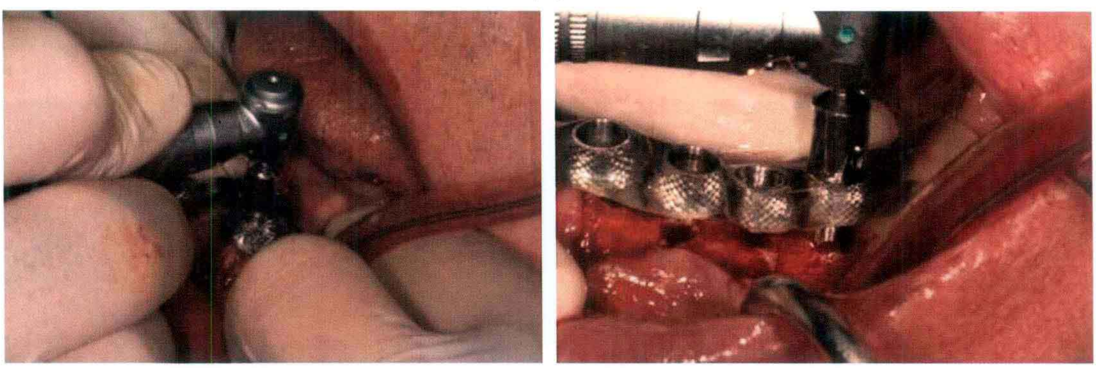
（3）



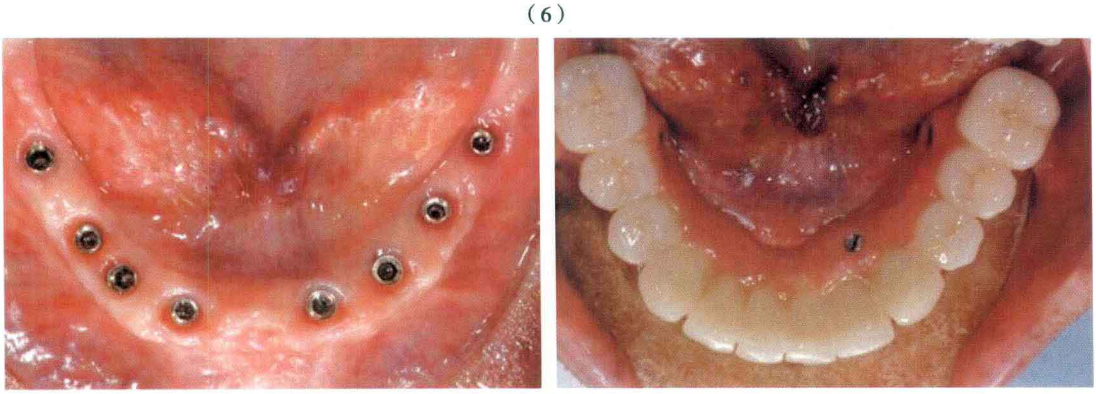
（4）



(5)



(6)



(7)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



（8）

图 6-24 在 CBCT 数据的基础上进行种植术前设计，制作手术导板以及导板在种植术中应用的操作步骤

（1）64 岁男性患者，下颌残根拔除后拟进行种植体修复治疗（曲面体层片）；（2）制作扫描模板；（3）患者配戴扫描模板进行 CBCT 扫描后，在设计软件中进行种植术前设计；（4）种植体设计定位后，软件给出用于转移数据的参数报告；（5）制作手术导板；（6）在导板的引导下进行手术钻孔；（7）种植体上部牙冠修复；（8）种植修复治疗术后效果；（此病例由意大利 Media Lab Software 公司提供）

Guide®（Keystone，MX，USA）也是有着相似概念的一个手动种植手术导板制作系统。它也是将参数信息转移到其专用的高精确度钻孔设备上。Fortin 等（2002 年）报告过该系统的转移误差在 0.2mm 以下，角度误差在 1.1°以内。除了手动仪器钻孔之外，在软件虚拟治疗计划的基础之上，计算机控制的钻孔研磨仪器可以在原始的扫描模板上直接钻孔制作手术导板（Simplant，Materialise Dental，Haasrode，Belgium）。

近几年来，种植导板的计算机辅助设计及制作系统（Computer aided design and computer aided manufacture，CAD/CAM）已逐渐应用于临床。这一系统是在 CT 数据的基础上，在软件上进行种植术术前设计，然后由计算机系统将软件分析设计数据直接制作成手术导板。在 20 世纪 90 年代，van Steenberghe 及其同事向学术界介绍了两次扫描法。现有的最终被承认的诊断扫描模板是在义齿基托上添加一些用于定位的胶质小球。这个模板被单独扫描一次，然后患者佩戴扫描一次。两次扫描的数据在放射线显影的胶质小球的定位帮助下进行融合。然后将得到的图像载入三维影像基础的治疗计划软件中。最后通过立体打印技术，制作成手术导板。这个概念被简称为 Litorim，是 Leuven Information Technology-based Oral Rehabilitation by means of Implants 的缩写。之后被 Nobel Biocare 进行商业化推广，设计和制作步骤分别被命名为 Nobelguide®（3-D 设计和种植指导）和 Teeth-in-an-Hour™（通过 CAD/CAM 预制上部修复结构的即刻种植）（Nobel Biocare AB，Gothenburg，Sweden）。同一时期，其他系统也在逐步发展和推广类似的概念（如 Simplant，Materialise Dental，Haasrode，Belgium）。重点都是要结合生物力学、美学和解剖学信息为一体，能够整体计划种植和修复设计。

种植导板和 CAD/CAM 程序的发展与 CBCT 技术的发展共同进步，紧密联系。未来的几年内，这种联合发展可能会改变整个牙种植术及相关的修复技术。

相对于只有二维影像数据的时代，三维影像数据大大提高了牙种植治疗的术前设计能力。二维影像固有的影像重叠以及所显示解剖结构及其相互间关系的变形等缺点，使其往往不能起到准确指导避免手术风险的作用。

Jacobs 等(1999 年)比较了 100 名患者种植的 416 颗种植体术前和术后的 CT 影像。这些患者在术前只应用了 CT 的二维影像进行术前分析计划。其中 28% 的病例种植体长度不够;19.7% 的病例种植体长度过长,并导致了其中 35% 的病例发生了术后并发症,如上颌窦穿孔等。同年,Jacobs 等也比较了仅利用 CT 二维影像作术前计划和结合二维和三维影像进行术前计划的效果。结果表明,在种植体位置的选择上,两种方法也都有着较高的满意度(分别是 68% 和 73%);但对种植体的规格,二维结合三维技术达到的一致度高于仅利用二维影像。这些研究要传递的信息是二维和三维图像联合应用于牙种植术术前设计,可以达到较理想的预测目的,从而避免手术并发症。

(梁欣　马国武　Reinhilde Jacobs　马绪臣)

参 考 文 献

1. 马绪臣. 口腔颌面医学影像诊断学. 第 5 版. 北京:人民卫生出版社,2008,228-233.
2. Abarca M, van Steenberghe D, Malevez C, De Ridder J, Jacobs R. Neurosensory disturbances after immediate loading of implants in the anterior mandible: an initial questionnaire approach followed by a psychophysical assessment. Clin Oral Investig,2006,10:269-277.
3. Alsaadi G, Quirynen M, Komárek A, van Steenberghe D. Impact of local and systemic factors on the incidence of oral implant failures, up to abutment connection. J Clin Periodontol,2007,34:610-617.
4. Artzi Z, Nemcovsky CE, Bitlitum I, Segal P. Displacement of the incisive foramen in conjunction with implant placement in the anterior maxilla without jeopardizing vitality of nasopalatine nerve and vessels: a novel surgical approach. Clin Oral Implants Res,2000,11:505-510.
5. Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. Scand J Plast Reconstr Surg,1969,3:81-100.
6. Brånemark P-I, Engstrand P, Ohrnell LO, Gröndahl K, Nilsson P, Hagberg K, Darle C, Lekholm U. Brånemark Novum: a new treatment concept for rehabilitation of the edentulous mandible. Preliminary results from a prospective clinical follow-up study. Clin Implant Dent Relat Res,1999,1:2-16.
7. Brånemark P-I, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén, O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. Scand J Plast Reconstr Surg, 1977,16:1-132.
8. Brånemark P-I. Introduction to osseointegration. In Brånemark P-I, Zarb G, Albrektsson T (ed). Tissue-Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry. Chicago, Berlin: Quintessence Publishing Co, 1985: 11-76.
9. Fortin T, Champleboux G, Bianchi S, Buatois H, Coudert JL. Precision of transfer of preoperative planning for oral implants based on cone-beam CT-scan images through a robotic drilling machine. Clin Oral Implants Res, 2002,13:651-656.
10. Jacobs, van Steenberghe, Jacobs R, van Steenberghe D. Radiographic planning and assessment of endosseous oral implants. 1st ed. Berlin: Springer-Verlag, 1998.
11. Jacobs R, Lambrichts I, Liang X. Neurovascularisation of the anterior jaw bones revisited using high resolution magnetic resonance imaging. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,2007,103:683-693.
12. Jacobs R, Adriansens A, Naert I, Quirynen M, Hermans R, van Steenberghe D. Predictability of reformatted computed tomography for preoperative planning of endosseous im-plants. Dentomaxillofac Radiol,1999,28:37-41.
13. Jacobs R, Adriansens A, Verstreken K, Suetens P, van Steenberghe D. Predictability of a three-dimensional planning system for oral implant surgery. Dentomaxillofac Radiol,1999,28:105-111.

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

14. Kawai T, Sato I, Yosue T, Takamori H, Sunohara M. Anastomosis between the inferior alveolar artery branches and submental artery in human mandible. Surg Radiol Anat,2006,28: 308-310.
15. Lekholm U, Zarb G. Patient selection and preparation//Brånemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T, eds. Tissue-integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry. Chicago: Quintessence Publ Co Inc, 1985: 199-209.
16. Liang X, Jacobs R, Lambrichts I, Vandewalle G. Lingual foramina on the mandibular midline revisited: a macroanatomical study. Clinical Anatomy,2007,20:246-251.
17. Liang X, Jacobs R, Lambrichts I, Vandewalle G, van Oostveldt D, Schepers E, Adriaensens P, Gelan J. Microanatomical and histological assessment of the content of superior genial spinal foramen and its bony canal. Dentomaxillofac Radiol,2005,34: 362-368.
18. Liang X, Jacobs R, Martens W, Hu YQ, Adriaensens P, Quirynen M, and Lambrichts I. Macro- and micro-anatomical, histological and CT scan characterisation of the nasopalatine canal. Journal of Clinical Periodontology,2009,36: 598-603.
19. Lindh C, Nilsson M, Klinge B, Petersson A. Quantitative computed tomography of trabecular bone in the mandible. Dentomaxillofac Radiol,1996,25:146-150.
20. Misch CE. Density of bone: effect on treatment plans, surgical approach, healing and progressive bone loading. Int J Oral Implant,1990,6:23-31.
21. Norton MR, Gamble C. Bone classification: an objective scale of bone density using the computerised tomography scan. Clin Oral Implants Res,2001,12:79-84.
22. Quirynen M, Lamoral Y, Dekeyser C, Peene P, van Steenberghe D, Bonte J et. CT scan standard reconstruction technique for reliable jaw bone volume determination. Int J Oral Maxillofac Implants,1990,5:384-389.
23. Tardieu PB, Vrielinck L, Escolano E. Computer-assisted implant placement. A case report: treatment of the mandible. Int J Oral Maxillofac Implants,2003,18:599-604.
24. Tyndall AA, Brooks SL. Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial radiology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,2000,89: 630-637.
25. Van Assche N, van Steenberghe D, Guerrero ME, Hirsch E, Schutyser F, Quirynen M, Jacobs R. Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: a pilot study. J Clin Periodontol, 2007,34:816-821.
26. van Steenberghe D, Naert I, Andersson M, Brajnovic I, Van Cleynenbreugel J, Suetens P. A custom template and definitive prosthesis allowing immediate implant loading in the maxilla: a clinical report. Int J Oral Maxillofac Implantsm,2002,17:663-670.
27. van Steenberghe D, Ericsson I, Van Cleynenbreugel J, Schutyser F, Brajnovic I & Andersson M. High precision planning for oral implants based on 3-D CT scanning. A new surgical technique for immediate and delayed loading. Applied Osseointegration Res,2004,4:39-42.
28. van Steenberghe D, Glauser R, Blombäck U, Andersson M, Schutyser F, Pettersson A, Wendelhag I. A computed tomographic scan-derived customized surgical template and fixed prosthesis for flapless surgery and immediate loading of implants in fully edentulous maxillae: a prospective multicenter study. Clin Implant Dent Relat Res,2005, Suppl 1:111-120.
29. Verstreken K, Van Cleynenbreugel J, Marchal G, Naert I, Suetens P, van Steenberghe D. Computer-assisted planning of oral implant surgery: a three-dimensional approach. Int J Oral Maxillofac Implants,1996,11:806-810.
30. White SC, Pharoah MG(ed). Oral Radiology: Principles and Interpretation. 5th ed,. C. V. :Mosby, 2004.

第 7 章

多层螺旋 CT 与锥形束 CT

CT(computed tomography)即计算机体层摄影,是 1971 年由英国人 Hounsfield 首先研制成功并应用于人体结构成像的。CT 问世之初是以逐层扫描方式进行的,而目前应用最为广泛的为多层螺旋 CT(multi-slice spiral CT),又称多探测器螺旋 CT(multi-detector spiral CT)。从早期的逐层扫描方式到多层螺旋 CT 中的螺旋扫描的发展是 CT 发展史上的革命性进步。

自从 1998 年多层螺旋 CT 问世以来,其发展可谓日新月异。2003 年以后,32 层、64 层螺旋 CT 逐渐成为主流。Siemens 公司于 2005 年推出双源 CT,东芝公司分别于 2006 年、2007 年推出了 256 层和 320 层螺旋 CT,给医学影像学带来巨大变革。多层螺旋 CT 日新月异的发展使其在提高扫描速度、降低辐射剂量的同时提供更高空间和密度分辨率的图像,成为现代医学影像诊断中越来越重要的检查手段。

口腔颌面锥形束 CT(cone beam computed tomography,CBCT)是在传统医用 CT 基础上发展而来的,由于二者在设备构造、扫描方式、成像特点各不相同,因而具有不同的临床适应证。尤其是在口腔颌面部影像诊断中,由于锥形束 CT 具有高空间分辨率、低辐射剂量等特点,因而可以很好地弥补多层螺旋 CT 成像的不足,拓宽了 CT 在口腔医学中的应用。

一、多层螺旋 CT 原理概述

(一) CT 成像原理概述

1. 基本成像原理　CT 是利用 X 线的衰减规律进行成像的。扫描时 CT 机架中 X 线球管-探测器系统围绕人体旋转,发出 X 射线准直为一定厚度的扇形束穿过人体。源射线在穿透人体组织过程中发生衰减,衰减后的射线由探测器接收并转化为数字信号,由计算机进行重建(reconstruction)处理,从而获得一组横断图像。原始图像经过各种软件处理可以得出多平面重组、三维重组等多种 CT 图像(图 7-1)。

2. 扫描方式的发展与变革　非螺旋 CT 采用的是逐层扫描方式。逐层扫描的特点是设定扫描层厚和层距后,每扫描一层,检查床移动一定的距离,然后做下一次扫描,如此往复循环至完成预定的扫描范围(图 7-2)。

螺旋扫描是球管-探测器系统在连续旋转的基础上,患者随检查床以一定的速度纵向做连续运动,同时 X 线球管曝光并采集数据(图 7-3)。由于扫描时球管-探测器系统在固定的圆形机架内做旋转运动,而检查床以匀速前进。因此,扫描轨迹在患者体表形成螺旋前进的轨道,故而称其为螺旋扫描。由于螺旋扫描是采集到一个非平面的信息数据,焦点轨迹并不

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

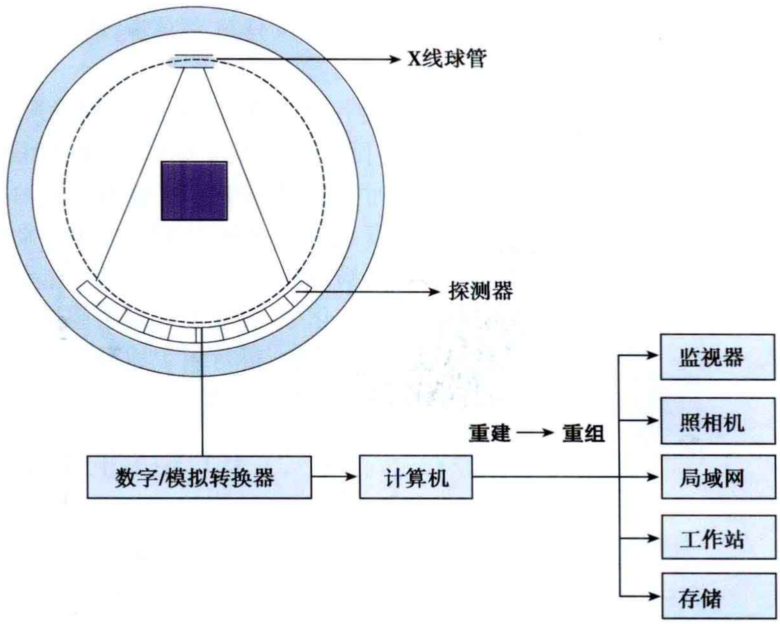


图 7-1　CT 工作原理示意图

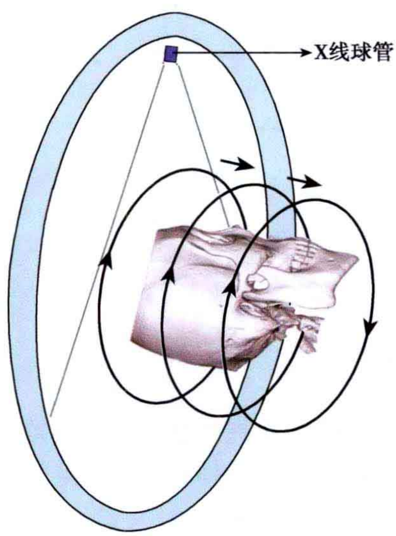


图 7-2　逐层扫描示意图

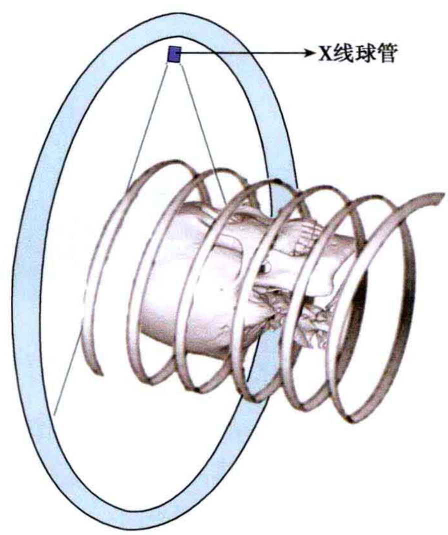


图 7-3　螺旋扫描示意图

形成一个平面,而是一个解剖区段的信息采集,因此这种扫描方式也称为容积扫描(volume CT)。

由于容积扫描和多层螺旋 CT 的发展,使得 CT 设备生成三维可视图像的能力大大增强。早期 CT 设备采集速度低,一般通过较厚的切片来覆盖器官的整个体积。平面内和垂直方向分辨率之间巨大的差异往往导致三维图像质量不能满足临床要求。在多层螺旋 CT 的容积扫描的条件下,在减少扫描时间和放射剂量的同时,极大地改进了重组二维和

三维图像的质量。64 层螺旋 CT 中横断图像空间分辨率可达 30 线对/cm,Z 轴分辨率(纵向分辨率)可达 0.33mm,实现 Z 轴分辨率与横断图像分辨率同步,提高了三维可视图像的质量。

双源 CT 中扫描方式仍然为螺旋扫描,但使用两套 X 线球管-探测器系统,呈 90°安装(图 7-4)。机架旋转 90°即可获得 180°数据,时间分辨率可达 83 毫秒。同时,两套 X 线球管-探测器系统以不同能量的 X 射线进行同步扫描,检测到特定组织成分在不同能量下的衰减变化率,再通过处理两组数据,可以获得双能量图像,进行组织成分的定性分析,具有较好的临床应用前景。

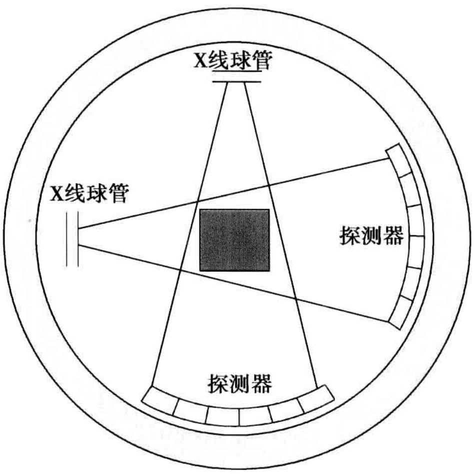


图 7-4　双源 CT 示意图

(二) CT 相关的重要概念

1. 像素与体素　在 CT 扫描中根据设置的厚度、矩阵的大小,能被扫描识别的最小的体积单位称为体素(voxel)。体素是具有长、宽、高的体积单位(图 7-5)。

像素(pixel)是构成 CT 图像最小的单位。

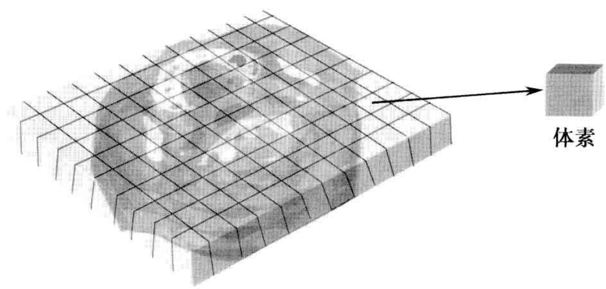


图 7-5　体素与像素

它与体素相对应,体素的大小在 CT 图像中的表现即为像素。CT 图像就是由许多像素以矩阵(matrix)的形式二维排列而成的数字图像。扫描中的最小体素的体积与图像空间分辨率有关,体素越小、空间分辨率越高。

在 CBCT 中,体素的长、宽、高相等,因而得到的矢状、冠状位图像与轴位图像中的空间分辨率相同,称为体素的各向同性(isotropic voxel)。在早期 CT 机中,由于其扫描速度较慢,纵向分辨率低,体素的长、宽、高不等,矢状、冠状位图像的空间分辨率低于轴位,称为体素的各向异性。

2. 重建与重组　原始扫描数据经计算机采用特定的算法处理,形成能够用于诊断的图像的过程称为重建(reconstruction)。在 CT 中,专门用于图像重建的计算机称为阵列处理器(array processor)。重建时间指的是阵列处理器将扫描所得的原始数据重建为图像所需的时间,是衡量 CT 机性能的一项重要指标。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

重组(reformation)是利用经重建获得的一组横断面图像重新进行组合或构筑进行图像后处理的方法,而并不涉及扫描原始数据。如多平面重组、三维图像处理等。在目前的临床应用中,重建与重组存在有一定的混淆。例如临床中常提到的三维重建实际上是一种图像的重组过程,是在一组经重建获得的图像的基础上重新组合或构筑而获得三维影像的处理过程。在英文文献中"reconstruction"一词在很多情况下实际上指的也是重组,而不是这里所说的重建的概念。

3. 准直宽度与层厚 由球管发出的 X 射线为锥形束,需经准直器准直为扇形束后才能被探测器所接收。在非螺旋 CT 和单层螺旋 CT 中,所采用的准直器的宽度即决定了 X 线扫描层厚的宽度,X 线束的宽度即为扫描层厚。在多层螺旋 CT 中,同样经准直器准直为一定的厚度的 X 射线被多排探测器接收,因此,在多层螺旋 CT 中扫描层厚实际上是探测器的宽度及其组合决定的。

多层螺旋 CT 扫描完成以后,获得扫描区域内的容积数据,然后进行图像重建。重建图像的层厚和重建间隔是由计算机按照操作指令中的要求进行的,在一定范围内是可以任意定义的。重建图像的层厚越薄,多平面重组或三维重组的图像质量就越高。

4. 纵向分辨率 又称 z 轴分辨率,是扫描床移动方向或人体长轴方向中的图像空间分辨率,表示 CT 多平面重组和三维成像的能力。纵向分辨率的优劣主要涉及与人体长轴方向有关的图像质量,例如矢状面或冠状面的重组图像。在多层螺旋 CT 的图像后处理中,为了达到更好的图像质量就必须要做到体素的各向同性,同时体素越小,图像的三维空间分辨率就越高。4 层螺旋 CT 的纵向分辨率为 1. 0mm,16 层螺旋 CT 的纵向分辨率为 0. 6mm。64 层螺旋 CT 纵向分辨率可达 0. 33mm,体素各方向长度仍稍有差别,但在亚毫米水平可达到各向同性,因此,图像的重组效果也接近完美。

5. 时间分辨率 时间分辨率(temporal resolution)反映设备动态扫描功能。为了达到较高的时间分辨率,必须缩短扫描时间。目前应用较广泛的 64 层螺旋 CT 都能够达到亚秒级扫描,可达 0. 33 秒,可基本完成冠脉成像的需求。双源 CT 中使用两套 X 线球管-探测器系统,呈 90°安装,旋转 90°即可获得 180°数据,时间分辨率可达 83 毫秒,为心脏 CT 成像的临床与科研带来的新的发展(图 7-6)。

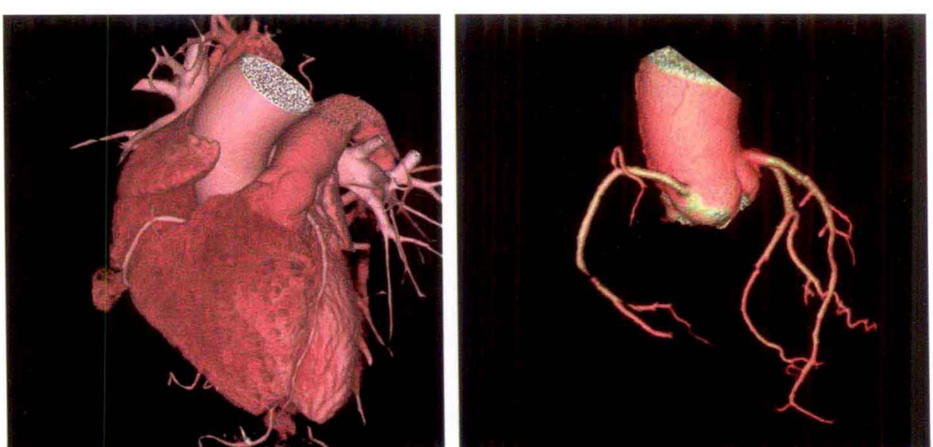


图 7-6 64 层螺旋 CT 心脏与冠状动脉容积再现成像

6. 螺距　在单层螺旋 CT 中，螺距(pitch)的定义是扫描旋转架旋转一周检查床运行的距离与射线束宽度的比值。该比值是扫描旋转架旋转一周床运动的这段时间内，运动和层面曝光的百分比。它是一个无量纲的量。

螺旋 CT 扫描螺距等于零时与非螺旋 CT 相同，通过患者曝光层面在各投影角也相同。螺距等于 0.5 时，单位层厚数据的获取，采用 2 周扫描架旋转及扫描；在螺距等于 1.0 时，单位层厚数据采用扫描架旋转 1 周的扫描；在螺距等于 2.0 时，层厚的数据只得到扫描架旋转 0.5 周的扫描。因此，增加螺距使探测器接收的射线量减少，并使图像的质量下降，而相反，在同一扫描范围内的射线量增加，图像质量改善。

在多层螺旋 CT 中螺距的确定则完全不同。各个厂家所采用的多层螺旋 CT 扫描螺距的定义有所出入。在多层螺旋 CT 中，存在下述两种螺距的概念并有所差别。

射线束螺距 = 一次旋转床移动的距离/射线束宽度

层厚螺距 = 一次旋转床移动的距离/层厚宽度

射线束螺距的概念与单层螺旋 CT 螺距的概念接近，即螺距的变化与患者的辐射剂量直接相关。层厚螺距是根据层厚的宽度确定的，它与射线束螺距有下述关系：层厚螺距 = 层厚数 × 射线束螺距。

（三）CT 值、窗位与窗宽

CT 值是代表 CT 重建图像中一个像素组织密度的相对数值，每个 CT 值均由相对应的灰阶表示，组织 CT 值的差别从而形成 CT 图像中灰阶的差别。以水的 X 线吸收系数作为参考，CT 值的计算公式为：

CT 值 = (μ 组织 − μ 水) × k/μ 水。

其中 μ 为组织的 X 线吸收系数，k 为常数。

CT 值采用 Hounsfield(Hu)作为其计量单位。CT 值的大小与组织的线性衰减系数有关。在实际应用中，将各种组织包括空气的 CT 值均与水相比较，因此水的 CT 值为 0Hu。人体不同组织的 CT 值详见表 7-1。

表 7-1　人体不同组织的 CT 值

组织分类	CT 值(Hu)	组织分类	CT 值(Hu)
空气	−1000	脑灰质	40 ± 10
水	0	脑白质	25 ± 10
脂肪	−90 ± 10	甲状腺	70 ± 10
密质骨	>250	肝脏	60 ± 5
松质骨	130 ± 100	脾脏	45 ± 5
肌肉	45 ± 5	淋巴结	45 ± 10
静脉血	55 ± 5	胰腺	40 ± 10
凝固血	80 ± 10	肾脏	30 ± 10

(引自燕树林，王鸣鹏，石明国．CT 成像技术概论//李松年，唐光健．现代全身 CT 诊断学．第 2 版．北京：中国医药科技出版社，2007，10-66)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

CT 图像的每个像素均有其 CT 值,并以灰阶的形式表现。未经处理的 CT 图像中所有像素 CT 值的范围常常在 2000 以上,然而人眼所能够观察识别的灰阶的差别却十分有限。CT 机中的显示灰阶只能设定为有限的个数,如 16 个显示灰阶表示图像从全黑到全白被平均分成 16 个级别显示。因此,为了使用有限的灰阶级差来反映较大范围的 CT 组织密度差异,必须使用窗宽和窗位调节的方法进行分段观察,称为窗口技术。窗位(window level,WL)是整个 CT 值范围内的某一个选定的位置,窗宽(window width,WW)是以选定窗位为中心的 CT 值范围。

如图 7-7 中所示,当窗位和窗宽分别为 0 和 200 时,所有 CT 值高于 100Hu 的像素表现为全白,CT 值低于 -100Hu 的像素表现为全黑,介于 -100Hu 与 +100Hu 之间的像素以灰阶的形式表示。这样有利于观察 CT 值在 -100 至 +100 间组织的密度差异,可充分发挥 CT 在密度分辨率方面的优势。

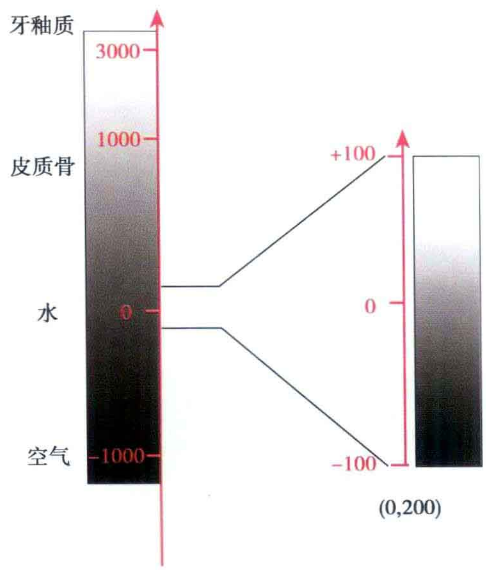
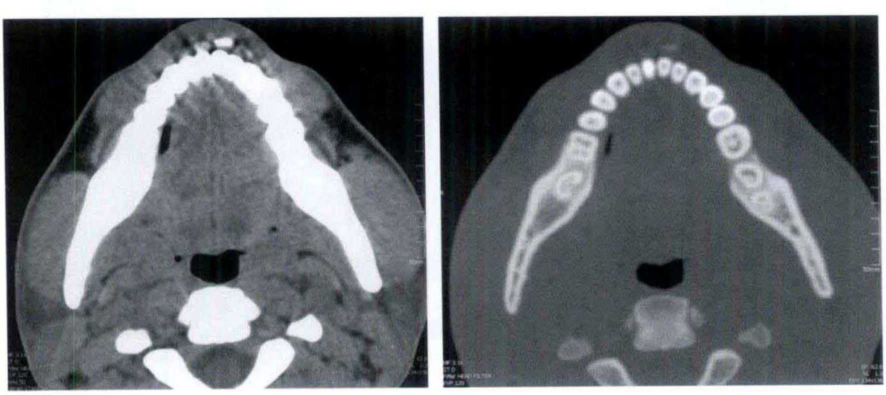


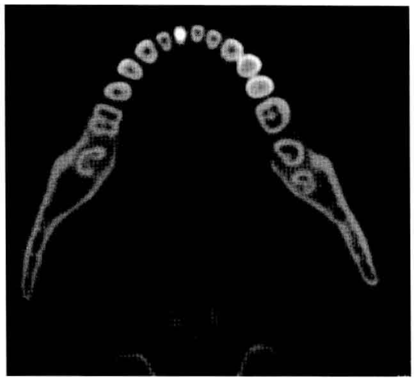
图 7-7 窗位与窗宽示意图

临床工作中,需根据不同的检查部位与观察要求恰当地设置窗宽与窗位。一般而言,根据重点观察组织器官的组织密度确定窗位。窗宽增大图像对比度降低,而窗宽减小则图像对比度增高。一般较大窗宽适用于观察组织密度差异范围较大的部位,如肺和骨骼;而较小窗宽则适用于观察组织密度变异范围较小的器官,如脑和腹部等。

例如在图 7-8 所示,图(1)、(2)、(3)为同一 CT 图像在不同窗位窗宽时的不同表现。(1)为软组织窗,窗位窗宽分别为 50 和 300,可以观察到肌肉、血管与涎腺等软组织的密度差异;(2)为骨窗,窗位和窗宽分别为 800 和 3000,可以观察到皮质骨与松质骨的结构;图(3)所示为窗位和窗宽分别为 4000 和 1600 时,牙釉质、牙本质以及牙髓腔的结构更加突显,而不能显示软组织和松质骨的结构。



(1)(50,300) (2)(800,3000)



（3）（4000,1600）

图 7-8 窗宽窗位在颌面部 CT 影像中的应用实例

（四）多层螺旋 CT 图像后处理技术

1. 多平面重组　多平面重组(multi-planar reformation, MPR)是多层螺旋 CT 中最重要最常用到的图像处理技术。在多层螺旋 CT 获取扫描数据的过程中，基于扫描物体建立一个由 x、y 和 z 轴组成的三维坐标系。CT 机首次重建获得的图像为与扫描方向平行的轴位图像，基于这些原始图像，可以获得矢状位、冠状位以及斜位等多种任意平面的重组图像(图 7-9)。由

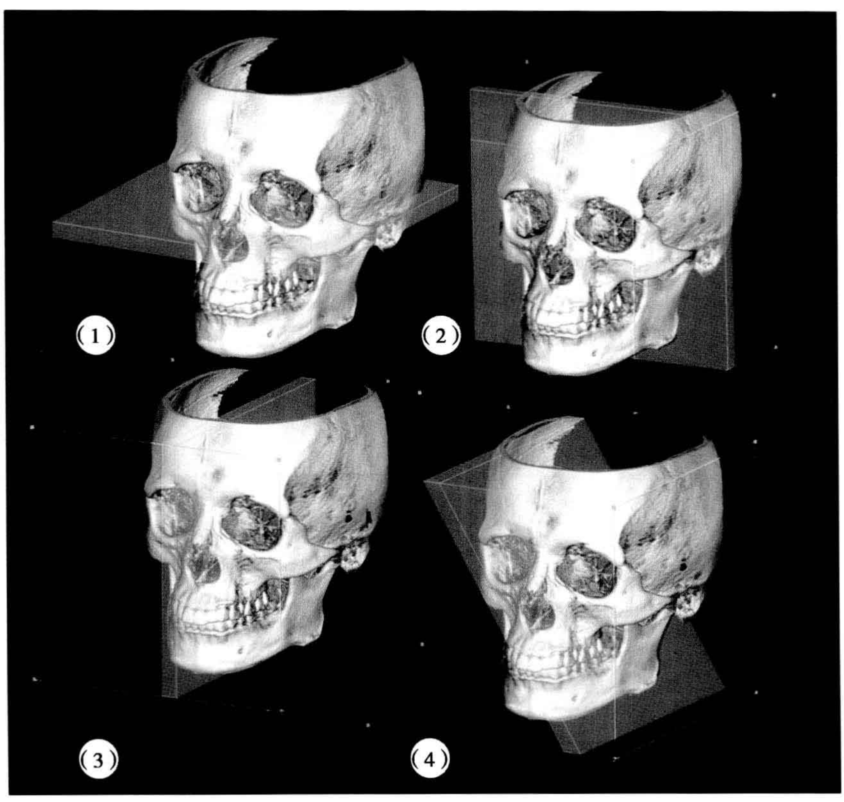


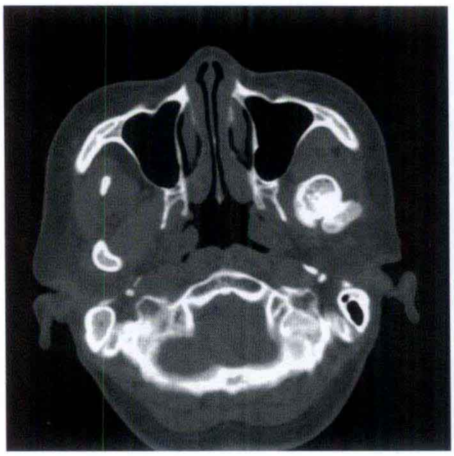
图 7-9　多平面重组示意图

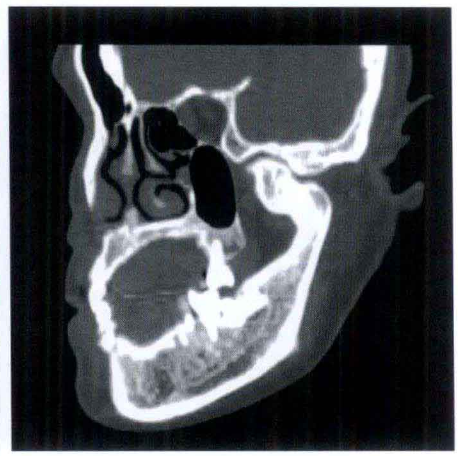
图(1)～(4) 分别为轴位、冠状位、矢状位以及任意斜位的多平面重组示意图

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

于多层螺旋CT中采用容积扫描方式，其z轴分辨率的明显增加，体素可基本达到各向同性，因此图像质量更佳，可真实可靠地反映病变的三维形态与解剖关系。

合理选择平面进行重组，有利于更好地显示病变的结构与毗邻关系。在多平面重组中，还可以适当增加图像的层厚，以求能够更完整地显示与该平面平行的结构。如图7-10中所示为一例髁突骨瘤患者的多平面重组图像，图(1)为经重建获得的原始轴位图像，可见髁突前内侧方骨性增生物。为了进一步显示病变的三维位置与形态特点，根据病变的具体情况进行多平面重组，可以为诊断和临床治疗提供更加丰富的信息。图(2)和(3)分别为斜矢状位及冠状位图像。


(1)


(2)

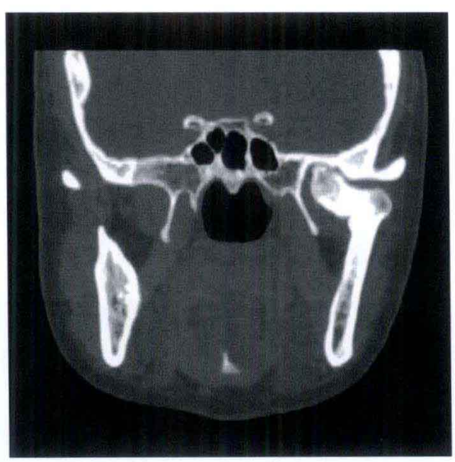

(3)

图7-10 多平面重组实例，髁突骨瘤

2. 曲面重组 曲面重组(curved reformation)是多平面重组的一种特殊形式。对于上下颌骨的影像重组，应用沿颌骨方向的曲面进行图像重组，可以同时观察到全牙列牙齿及颌骨结构。选定不同厚度的曲面结构进行重组，可以得出不同效果的重组图像。其中应用平均密度投影法(average intensity projection)重组得到的图像有类似口腔曲面体层片的效果。图7-11为同一髁突骨瘤病例中CT平均密度投影法曲面重组图像，图7-12为直接X线投照得

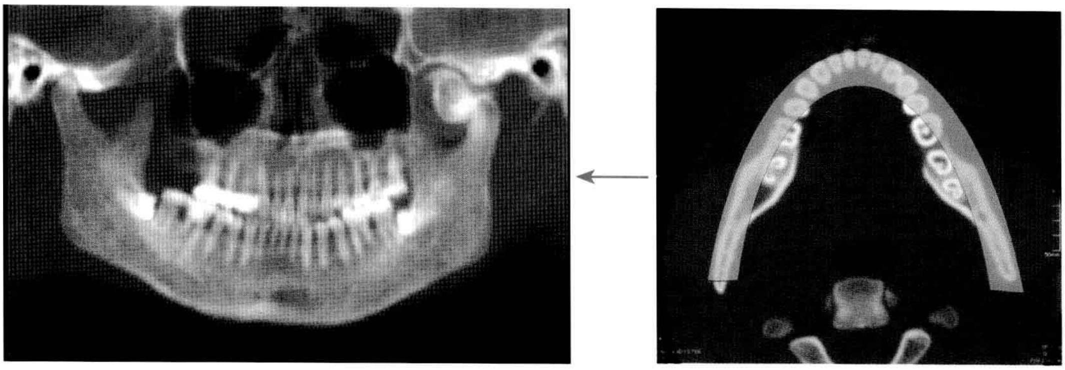


图 7-11　多层螺旋 CT 曲面重组图像

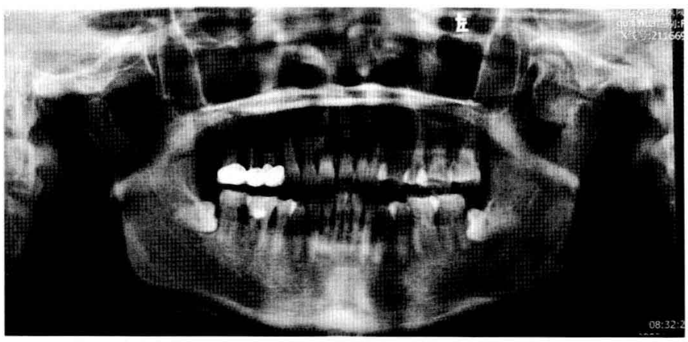


图 7-12　数字化 X 线投照曲面体层片

到的口腔曲面体层片。

3. 最大密度投影法　最大密度投影法(maximum intensity projection，MIP)是将三维数据投影到二维图像的另一种处理方法，假定以虚拟射线穿透选定区域范围内的结构，射线在三维物体中经过的 CT 值最大的体素作为 MIP 成像的像素值，投影重组的结果是低密度的组织结构都被去除。最大密度投影的计算方法可应用于多平面重组、三维图像重组或曲面重组中。图 7-13 为与图 7-10 同一髁突骨瘤病例中的 MIP 图像。

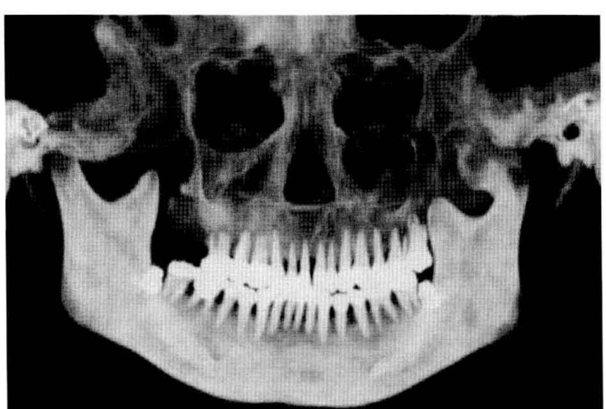
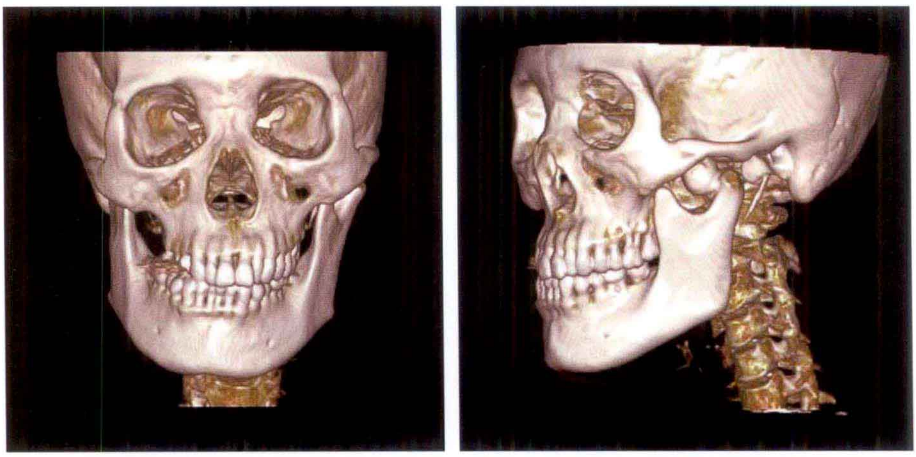


图 7-13　曲面重组的最大密度投影图像

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

4. 容积再现 容积再现(volume rendering,VR)是将选定的容积数据进行空间重组后得到三维立体图像的处理。容积再现应用最广泛的为骨骼组织的三维影像(图 7-14)。颅颌面部骨骼三维影像不仅可以直观地观察到颌骨的形态和位置关系,同时也为三维精确测量提供了可能。容积再现三维成像在反映骨骼疾病时的独到优势,很好地弥补了传统医用 CT 仅于断层图像中观察的局限性。由于多层螺旋 CT 中容积数据的获得和图像后处理软件的不断完善,容积再现和图像效果也日益趋向逼真,因此,CT 的含义已经不再局限于断层图像。

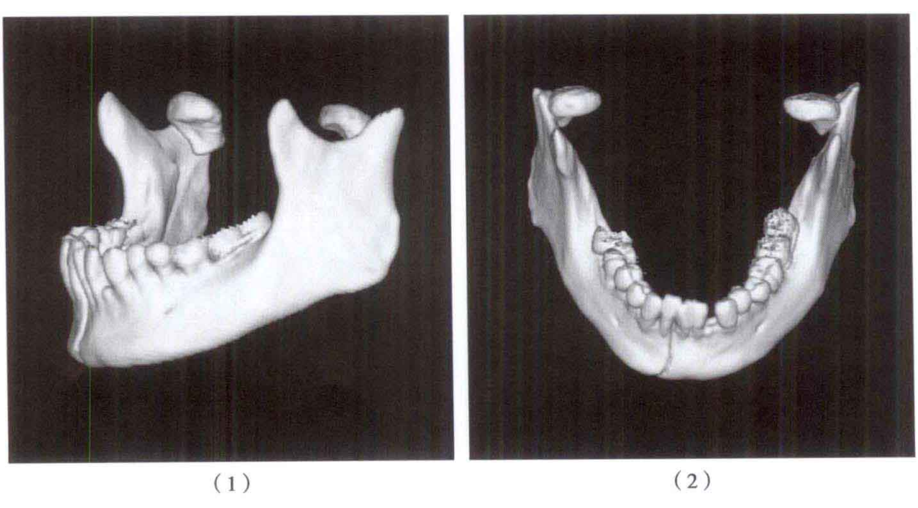


(1) (2)

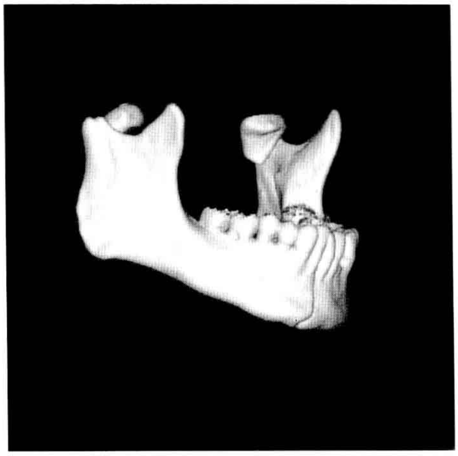
图 7-14 颅颌面骨骼容积再现图像

(1) 正位;(2) 侧位

容积再现可选择性地实现相应部分结构的成像。如图 7-15 中所示,在下颌骨骨折的病例中,可以真实地反映下颌骨的形态结构、骨折线的走行、骨折端的移位等情况。此外,容积再现绝对不仅仅是骨骼结构的三维再现。根据 CT 值界定所选用成像的体素范围,并应用剪切工具作进一步选择,还可应用于体表重建、气道重建(图 7-16)、牙列重建(图 7-17、图 7-18)。应用

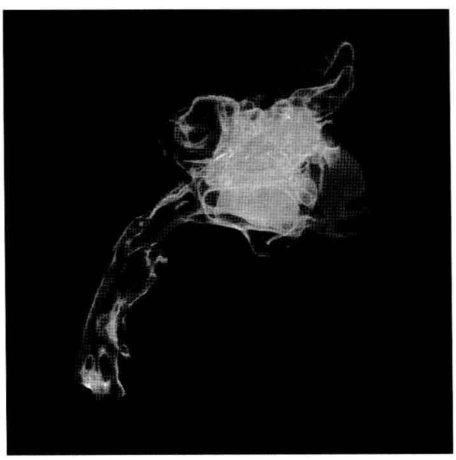


(1) (2)

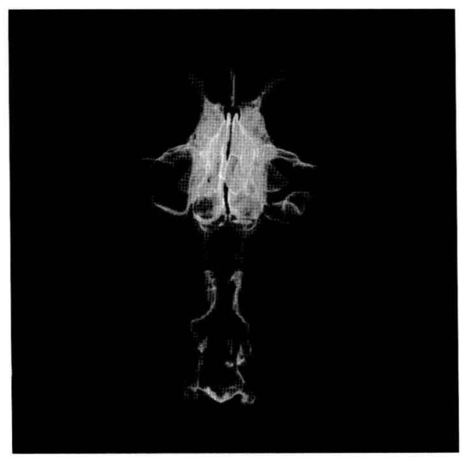


(3)

图 7-15　下颌骨骨折容积再现图像(1～3)



(1)



(2)

图 7-16　上呼吸道容积再现图像(1～2)

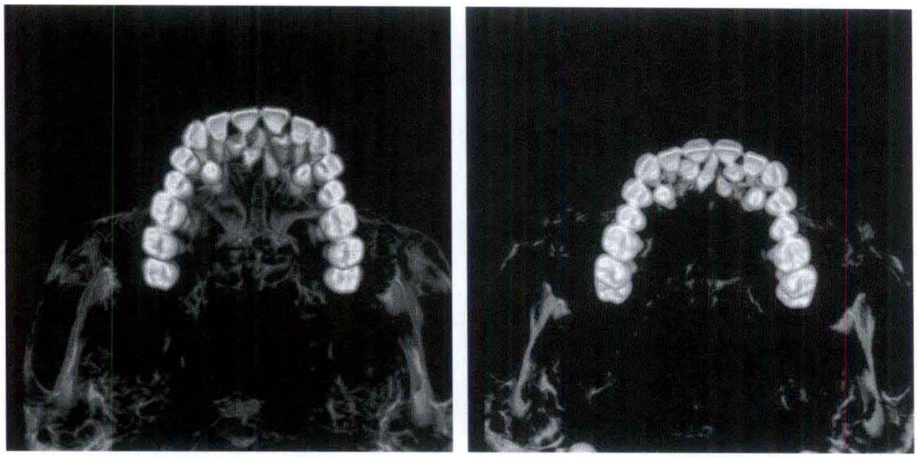


(1)



(2)

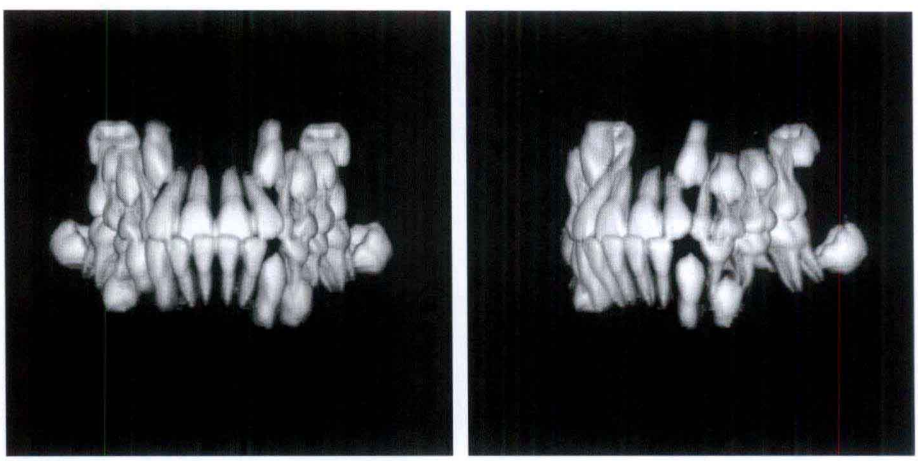
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



（3）　　（4）

图 7-17　牙列容积再现原理

通过 CT 值阈值调节参与重组的体素。牙骨质、牙本质及釉质的 CT 值均高于松质骨与皮质骨，所以完成选择性重组



（1）　　（2）

图 7-18　替牙列容积再现图像（1～2）

对比剂增强扫描后可以进行心脏冠状动脉重建（图 7-6）。

二、多层螺旋 CT 与口腔颌面锥形束 CT 的比较

多层螺旋 CT 与口腔颌面锥形束 CT 在口腔颌面部疾病的诊断中均有着十分重要的应用价值。多层螺旋 CT 在口腔颌面部肿瘤、创伤、炎症、发育畸形等疾病中有广泛的应用，而口腔颌面锥形束 CT（cone beam CT，CBCT）由于其高空间分辨率、低辐射等优点而备受关注。由于其在牙体、牙周组织、颌骨骨小梁等细微硬组织结构显示中的优势，口腔颌面锥形束 CT 已经逐渐成为口腔颌面部多种疾病不可缺少的影像学检查手段。

两种 CT 在设备构造、技术原理、图像质量以及辐射剂量等方面存在有较多差异，充分

了解二者的相同与差异之处，有利于在临床实践中更加充分合理地选择应用。

（一）成像原理

两种 CT 的成像原理已经在前面的章节中作过详细的介绍。在此，概括如下（表 7-2）。

表 7-2　CBCT 与多层螺旋 CT 成像原理的对比

	锥形束 CT	多层螺旋 CT
射线束形状	圆锥形	扇形
探测器	平板探测器或非平板探测器	呈圆弧形、多层排列的探测器
扫描方式	360°扫描，获得容积数据	螺旋扫描，获得容积数据
照射野	不同机型有较大差别，可满足全部颅面骨的扫描	根据全身扫描要求调节
体素特征	各向同性	64 层以上螺旋 CT 可基本达到各向同性
体素大小	较小，一般为 0.1 ~ 0.3mm，最小可达 0.076mm	较大，64 层螺旋 CT 可达 0.3 ~ 0.4mm

（二）图像质量

医学影像图像质量通常从空间分辨率、密度分辨率、伪影、噪声等方面进行评价。

1. 空间分辨率　空间分辨率（spatial resolution）又称为高对比度分辨率（high contrast resolution），是指在高对比度的情况下能够区分的相邻近结构之间的最小距离，它反映了图像观察细节的能力。通常以每毫米线对数（LP/mm）或每厘米的线对数（LP/cm）表示（图 7-19）。例如，当空间分辨率为 2LP/mm 时，图像中可以区分最小距离为 0.5mm（1mm ÷ 2LP = 0.5mm）的相邻结构。因此，线对数越高代表空间分辨率越高。胶片的典型极限分辨率是 4 ~ 20LP/mm，多层螺旋 CT 的空间分辨率可达 3LP/mm。口腔曲面体层片空间分辨率可达 5LP/mm，根尖片的空间分辨率可达 20LP/mm。

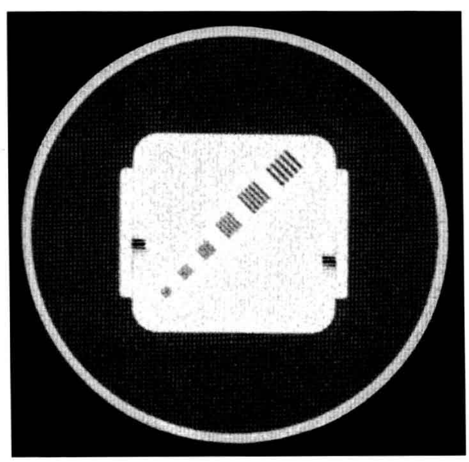
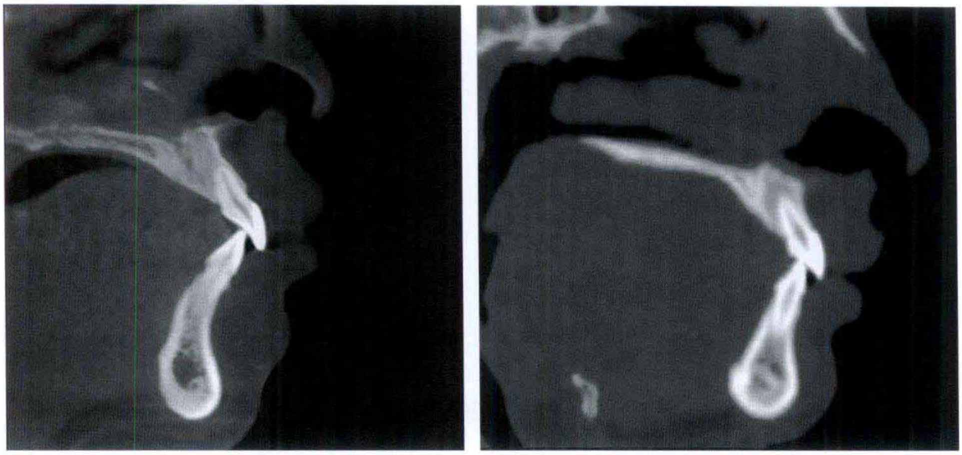


图 7-19　空间分辨率检测模体影像

空间分辨率经常在正交方向上测量，x-y 平面和垂直于 x-y 平面的 z 轴方向。非螺旋 CT 扫描主要用于二维图像的观察，x-y 平面空间分辨率与 z 轴空间分辨率有较大差异。螺旋 CT 中采用容积扫描，扫描速度提高，大大提高了 z 轴分辨率，64 层螺旋 CT 的 z 轴分辨率可达 0.33mm。由于 z 轴分辨率的提高，螺旋 CT 中体素亦可达到各向同性。

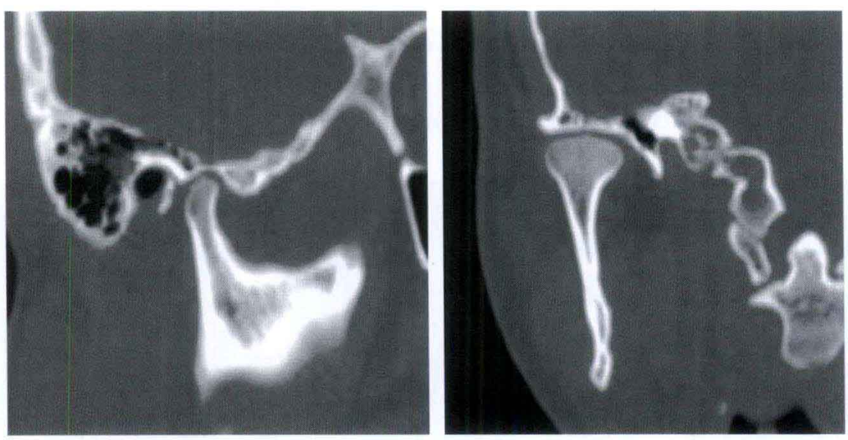
不同锥形束 CT 机的空间分辨率略有不同，体素大小可为 0.3 ~ 0.076mm。CBCT 高空间分辨率的特性是其区别于螺旋 CT 的突出优点，在口腔颌面部牙、牙周、颞下颌关节、下颌管以及骨小梁等结构的细微观察中有不可取代的优势（图 7-20、图 7-21）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

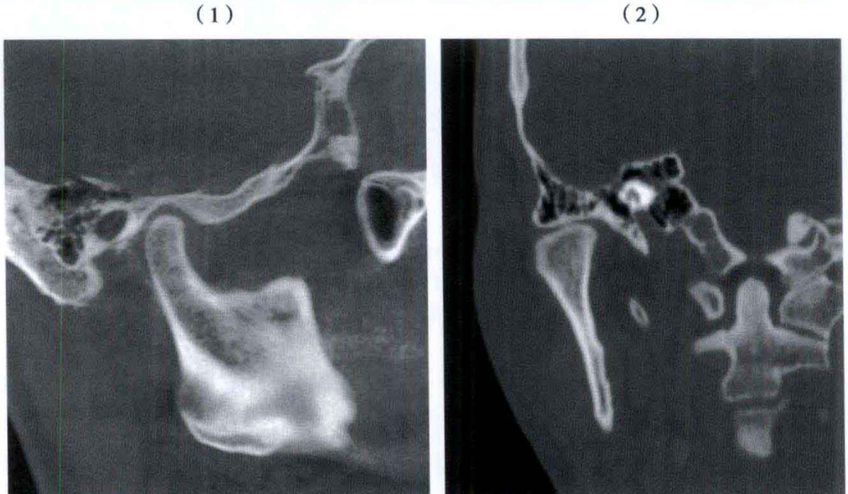


（1）CBCT　　　　（2）Spiral CT

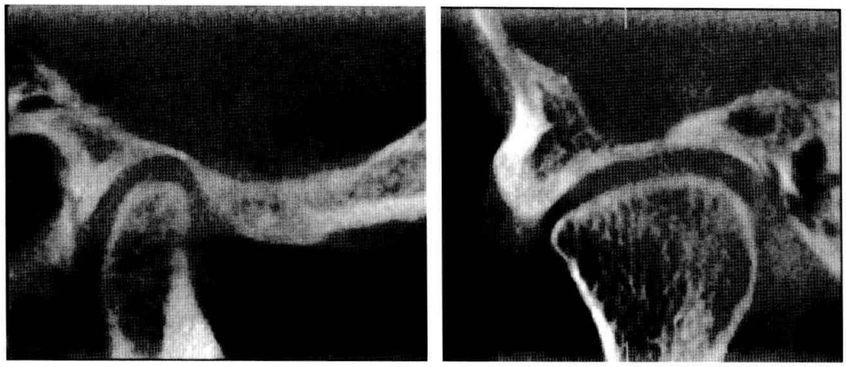
图 7-20　CBCT 与螺旋 CT 在前牙矢状位观察的比较



（1）　　　　（2）



（3）　　　　（4）

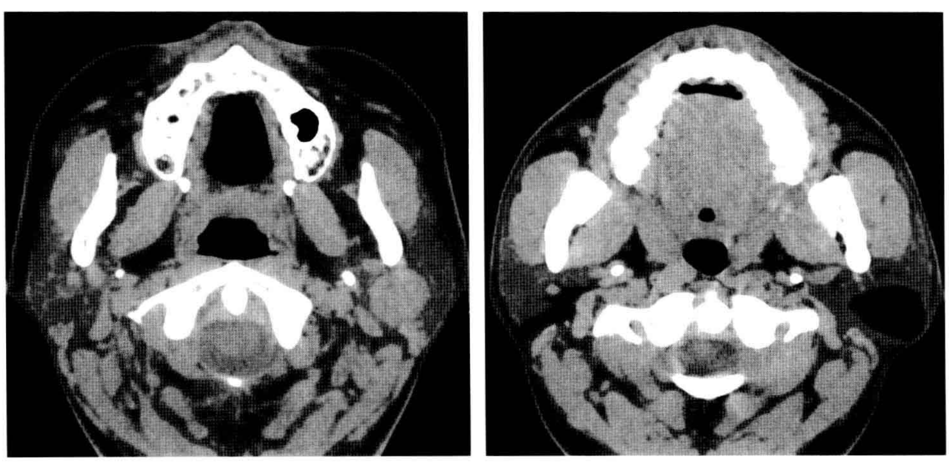


（5）　　　　（6）

图 7-21　CBCT 与螺旋 CT 在颞下颌关节成像中的比较

图(1,2) 分别为 8 层螺旋 CT 中颞下颌关节矢状及冠状位图像；图(3、4) 分别为大视野 CBCT(20×19cm)颞下颌关节矢状及冠状位图像；图(5、6) 分别为小视野 CBCT(3×4cm)颞下颌关节矢状及冠状位图像

2. 密度分辨率　密度分辨率(density resolution)又称低对比度分辨率，是指从背景中区分一个低对比度结构的能力，它反映的是图像区分不同组织密度的能力。螺旋 CT 高密度分辨率的特性是其区别于传统 X 线和锥形束 CT 的关键之处。在螺旋 CT 中，不同组织的密度差异以 CT 值进行定量评价。测定软组织肿物的 CT 值有一定的诊断价值(图 7-22)。



（1）　　　　（2）

图 7-22　多层螺旋 CT 中软组织结构的观察

图(1) 中所示腮腺多形性腺瘤 CT 表现为软组织密度，CT 值通常位于 30～50HU；而图(2) 中所示腮腺脂肪瘤 CT 值表现为低密度影像，CT 值为 -100 左右，可作出特异性诊断

CT 密度分辨率以百分单位毫米数表示，一个 1% 的对比度意味着物体平均 CT 值与它的背景相差 10Hu，通常 CT 机的密度分辨率范围为 0.25%～0.5%/1.5～3mm。而锥形束 CT 在密度分辨率方面明显不及螺旋 CT，目前口腔颌面锥形束 CT 尚不能应用于软组织疾病的诊断。

双源 CT 中，两套球管-探测器系统分别以不同能量的 X 射线进行扫描，检测到特定组

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

织成分在不同能量下的衰减变化率,再通过处理两组数据,可以获得更高密度分辨率的图像并可进行组织成分的定性分析,在密度分辨率方面具有更好的临床应用前景。

3. 伪影　伪影(artifact)是评价图像质量的重要方面,是由于设备或者患者因素造成的不属于扫描物体的影像。伪影的存在常常会影响诊断的准确性。

(1) 运动伪影:由于患者因素造成的伪影最常见的是运动伪影(motion artifact)(图 7-23),是患者在投照过程中由于不可控制的运动如体位变化、呼吸运动等造成的伪影。多层螺旋 CT 中扫描速度较快,且多层螺旋 CT 的发展使其可以对心脏等运动器官成像。所以,多层螺旋 CT 进行颅颌面部扫描时通常不需要特殊头颅固定装置。然而,CBCT 扫描时间往往比多层螺旋 CT 长很多,多在 10 ~ 30 秒。因此,为保证图像质量减少运动伪影,在 CBCT 投照中须使用头颅固定装置,以避免扫描过程中不自主的体位改变。在 CBCT 扫描控制中,可以在保证图像质量诊断要求的前提下,适当缩短扫描时间以减少运动伪影。



图 7-23　CBCT 扫描中运动伪影的示意图

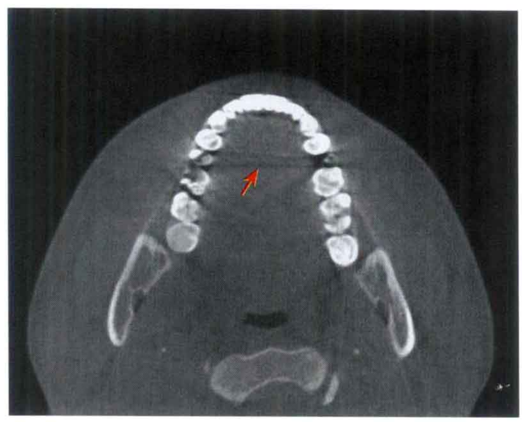


图 7-24　CBCT 射线束硬化示意图
红色箭头表示条带形伪影

(2) 射线束硬化:当较宽能谱射线源穿过物体时,低能光子由于光电效应被优先吸收,因此,使得射线谱变窄,导致图像伪影的产生,称为射线束硬化(beam hardening)。射线束硬化可产生杯状伪影,在图像中表现为中间灰度低边缘灰度高。射线束硬化还可以导致其他伪影,如带状伪影和条状伪影。在多层螺旋 CT 和锥形束 CT 中射线束硬化都是不可避免的(图 7-24)。

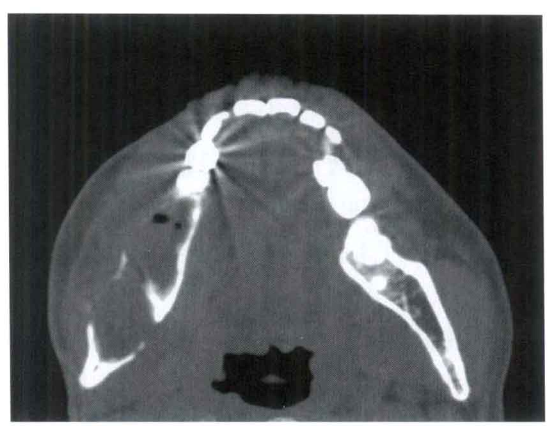


图 7-25　螺旋 CT 中金属伪影示意图

(3) 金属伪影:口腔颌面部常见的金属植入物有牙充填物、金属固定义齿、金属桩核、钛板钛钉等(图 7-25、图 7-26)。金属伪影产生原理是 X 射线穿过

高密度的金属物质急剧衰减后，导致金属周围组织 X 线衰减信息的失真。锥形束 CT 图像中金属伪影对图像质量的影像明显较螺旋 CT 小。

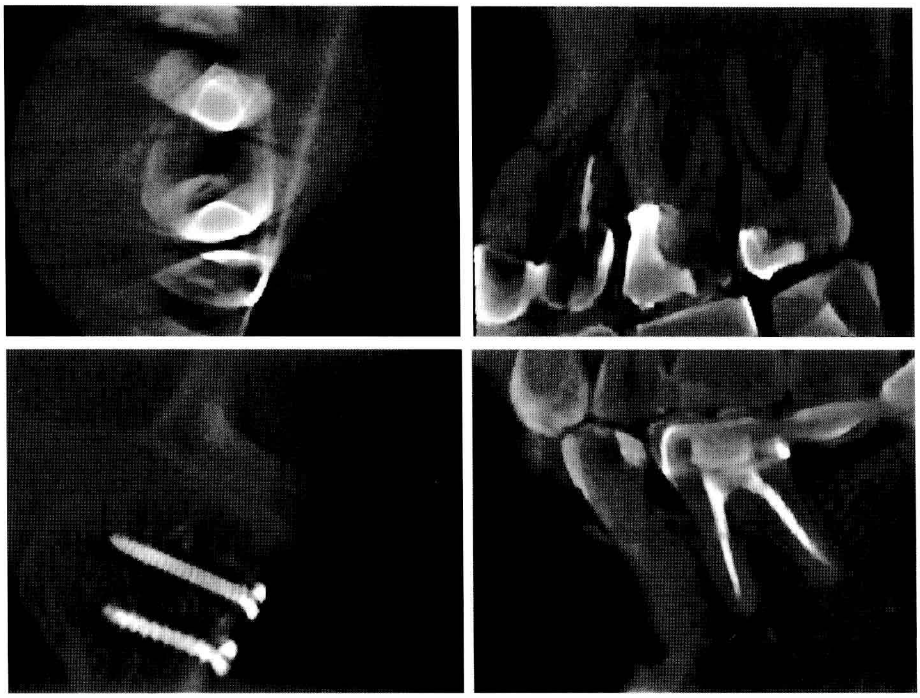


图 7-26　CBCT 中的金属伪影示意图

在螺旋 CT 中可通过薄层扫描减少部分容积效应，通过高电压扫描减低射线束硬化的影响，并通过合理选择扫描方向使金属伪影避开兴趣区域。此外，金属伪影抑制软件对于克服金属附近区域的伪影亦相当有效。

（4）部分容积效应：CT 值的形成和计算是根据被成像组织的线性衰减系数计算的。计算机通过计算只能赋予每个体素一个 CT 值。如果某一体素内只包含一种密度均匀的物质，CT 值就会很准确地反映该物质的组织密度；如果一个体素内包含有多种相邻且组织密度差异较大的物质，那么该体素的 CT 值将是这几种物质平均组织密度的反映。这种现象被称为部分容积效应（图 7-27）。

由于部分容积效应会产生周围间隙现象（图 7-28），即相邻的两个组织密度不同的物质的交界部分，如果处于同一个层面内，图像中显示的两种组织的交界处组织密度失真。真实组织密度较高的结构边缘影像密度偏低，而真实组织密度较低的结构边缘影像密度偏高。

部分容积效应会产生部分容积伪影。在横断图像中表现为条形、环形或大片样的干扰图像。

体素的大小是部分容积效应中重要的影响因素。因此，较小体素的 CBCT 图像受周围间隙现象影响较小。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

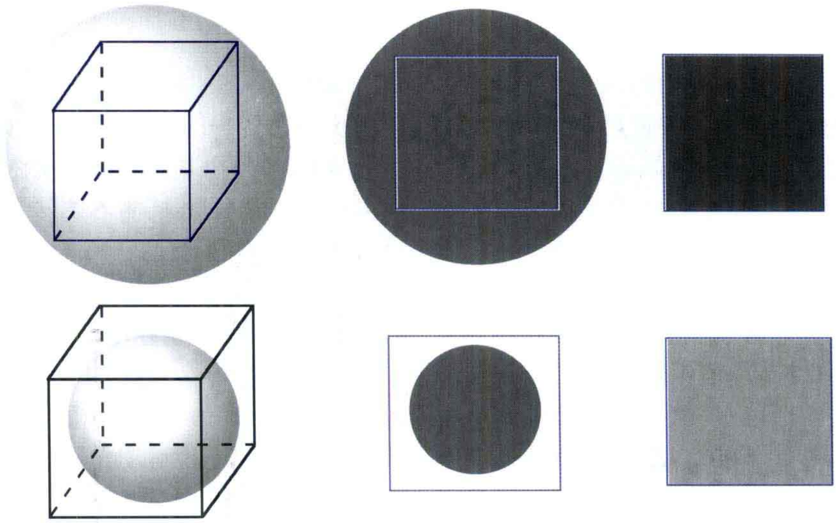


图 7-27　部分容积效应

球体示意一个密度均匀的组织结构。当组织结构体积大于一个体素(正方体所示)的体积时,该体素内含一种均匀组织密度的物质,可以反映组织内部较真实的密度值。当组织结构明显小于体素的体积时,成像中相对应的像素反映的是球体与其周围结构的密度平均密度值

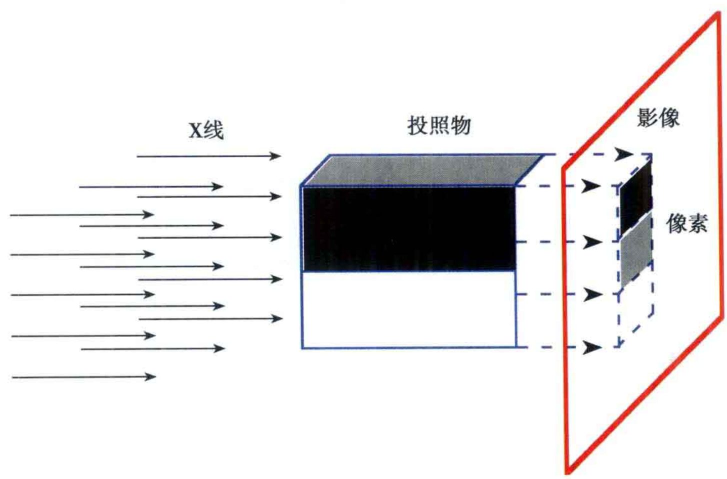


图 7-28　周围间隙现象示意图

4. 图像噪声　X 线在穿透组织的过程中,由于康普顿效应的存在,相当部分的 X 射线出现散射。散射的射线亦可被探测器接收成像,但并不反映任何解剖结构的信息,成为图像噪声(noise)。图像噪声主要与 X 线束的能量高低有关。如果 X 线球管功率小、射线剂量小,则图像噪声大。在螺旋 CT 中主要影响因素有管电压、管电流、曝光时间、X 射线束宽度、重建厚度、螺距等。

在锥形束 CT 中,通过较少的辐射剂量对于相对较大体积的投照物(头颅)进行扫描,因而锥形束 CT 图像中噪声大于螺旋 CT,即信噪比低。

（三）扫描时间与重建时间

在口腔颌面锥形束 CT 中扫描时间指的是球管-探测器围绕患者旋转 180°或 360°采集原始数据所需时间。由于锥形束 CT 在检查过程中最多需旋转 360°，在连续照射扫描模式的锥形束 CT 机扫描时间基本上即为曝光时间。这与螺旋 CT 中扫描时间的概念有所不同。

不同的 CBCT 机扫描时间不同，多在 10～30 秒之间。在球管-探测器旋转过程中，球管以脉冲或连续方式曝光，探测器接收到不同数量的原始图像（通常在 100 至 600 帧），为数据采集阶段。计算机通过对原始图像进行分析计算，以体素的方式重建图像，为重建阶段。数据采集和重建可以于不同的计算机中完成，这样会提高图像重建速度。重建速度还受到计算机软硬件配置、重建体素、重建野以及原始图像帧数的影响。螺旋 CT 中重建速度明显快于一般的锥形束 CT，可基本达到同步重建的速度。

在 CBCT 中，扫描时间的增长就意味着放射剂量的增加和出现运动伪影的可能性增加。

（四）辐射剂量比较

1. 不同影像学方法的剂量比较　由于不同的影像学方法采用的 X 射线曝光方式有很大的差别，因此，不同影像学手段的 X 射线剂量学比较存在有一定的困难。必须采用具有可普遍应用于各种影像学技术的计量单位才能科学地比较辐射生物学损害。有效剂量（Sv）用于评价放射的生物学效应，测定方法易于统一，较易于比较与分析。

由于有效剂量（Sv）用于评价放射生物学效应，测定方法易于统一，易于比较与分析。因此，在 CBCT 剂量评价中应用较为普遍。然而，由于有效剂量本身只是一种估算，测量剂量用的仿真剂量头模（anthropomorphic phantom）设计中存在有一定的差异，国际辐射防护委员会定义的组织吸收权系数不断更新，以及不同研究设计中投照的参数差异较大等因素的存在，导致有效剂量亦并不能真正地反映 CBCT 剂量的真实情况。

目前绝大多数的文献报道均肯定 CBCT 放射剂量相对较低为其突出优点。同时绝大多数辐射剂量的比较研究认为 CBCT 的放射剂量低于螺旋 CT。

随着多层螺旋 CT 技术的不断发展，其辐射剂量也急剧下降。首先，螺旋 CT 辐射剂量低于非螺旋 CT；其次，多层螺旋 CT 辐射剂量低于单层螺旋 CT；同时，多层螺旋 CT 中探测器排数的增加，使 X 线利用效率提高，扫描速度明显提高，相应 X 线剂量也大幅降低。随着多层螺旋 CT 的迅猛发展，4 层、8 层、16 层、64 层螺旋 CT 中辐射剂量明显减少且图像空间分辨率增加。目前，128 层和 320 层螺旋 CT 已经问世，双源 CT 也正在普及，这些高端螺旋 CT 机在头颈部应用的相关研究尚很少有报道。

目前的 CBCT 机在一次照射中产生的辐射剂量一般低于螺旋 CT，然而，如何评价二者可能产生的对人体健康的危害，必须了解辐射生物学效应中随机性效应与确定性效应的概念。辐射的生物学效应与剂量的相关关系可分为随机性效应与确定性效应。

随机性效应是指辐射危害发生的概率与剂量大小相关的效应，这种效应中认为不存在剂量阈值。即并不是超出某个辐射剂量限制就会发生辐射危害，增加辐射剂量并不能增加辐射危害的严重程度。

确定性效应是辐射危害的严重程度与剂量大小相关的效应。即辐射剂量越大，机体损害也越大。这种效应，目前认为存在剂量阈值。例如，单次照射造成皮肤红斑的剂量阈值为

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

5～8Gy，造成睾丸暂时性不育的剂量阈值为0.15Gy。

低剂量、低辐射率的诊断用X射线辐射均应属于随机性效应讨论范畴。

2. 影响CBCT辐射剂量相关的因素 CBCT投照过程中产生的辐射剂量的影响因素有照射野、体素大小、曝光参数等。确定某一种CBCT机的辐射剂量必须使用专业方法和设备测定。

（1）照射野：不同CBCT机器类型的照射野（field of view，FOV）差异较大，从2～19cm不等。照射野越大，辐射剂量越大。满足全部颅颌面骨骼结构的CBCT照射野通常需在15cm以上。

（2）体素：体素（voxel）是决定图像空间分辨率的关键因素。同时，在扫描过程中体素大小的选择也影响辐射剂量。体素的大小首先与不同机器的性能有关，大部分CBCT的体素在0.1～0.4mm间。同时，较多型号的CBCT机器提供了多种可调的体素大小。选择较小体素成像会增加图像的空间分辨率，但是探测器中需要接收更多的X射线。

（3）曝光频率及原始图像数量：增加球管曝光的频率，在相同的扫描时间内即可得到更多的原始图像数据，因此，重建得到的图像质量会更好且伪影较少。但是，增加球管曝光的频率也会相应增加辐射剂量。

（4）照射旋转角度：在常规CBCT投照中，球管-探测器系统需旋转一周360°完成投照，这样可以产生足够大量的原始图像以进行三维容积重建。但是，减少适量投照旋转角度（如180°）亦能够产生足够量的原始图像以进行容积重建。因此，在不影响重建图像质量的前提下适量减少投照旋转角度可减少投照时间，从而减少辐射剂量。

（五）图像后处理技术

锥形束CT和多层螺旋CT经扫描均获得容积数据（图7-29），是二者最大的相同之处。由于这一点，也使得锥形束CT与多层螺旋CT中的图像后处理方法非常类似，包括有多平面重组（图7-30、图7-31）、容积再现等。各种图像后处理方法虽然图像特点各不相同，但是基本原理都是基于容积扫描所获得的三维容积数据，选取不同的平面、曲面或特定结构的体素进行计算机重组成像。由于二者所获得原始图像的差别，二者重建得到的图像亦有不同特点（图7-32、图7-33、图7-34）。

无论是锥形束CT还是螺旋CT，重建获得的DICOM（digital imaging and communication of medicine）格式的原始图像均可于第三方软件中作进一步分析。

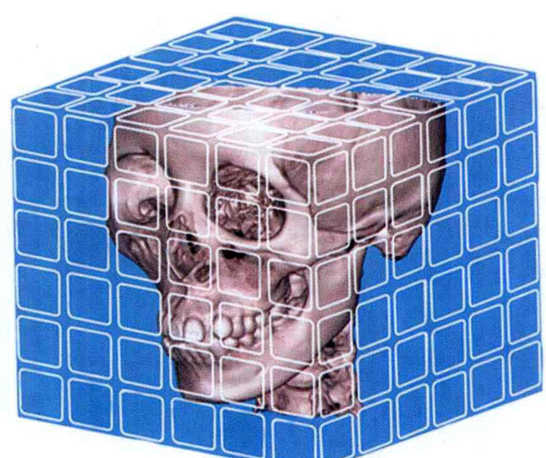


图7-29 容积数据与体素示意图

（六）图像存储、传输与管理

DICOM即医学数字图像及通信，是医学数字化图像存储与通信的国际标准格式。

通过DICOM标准，在不同的影像设

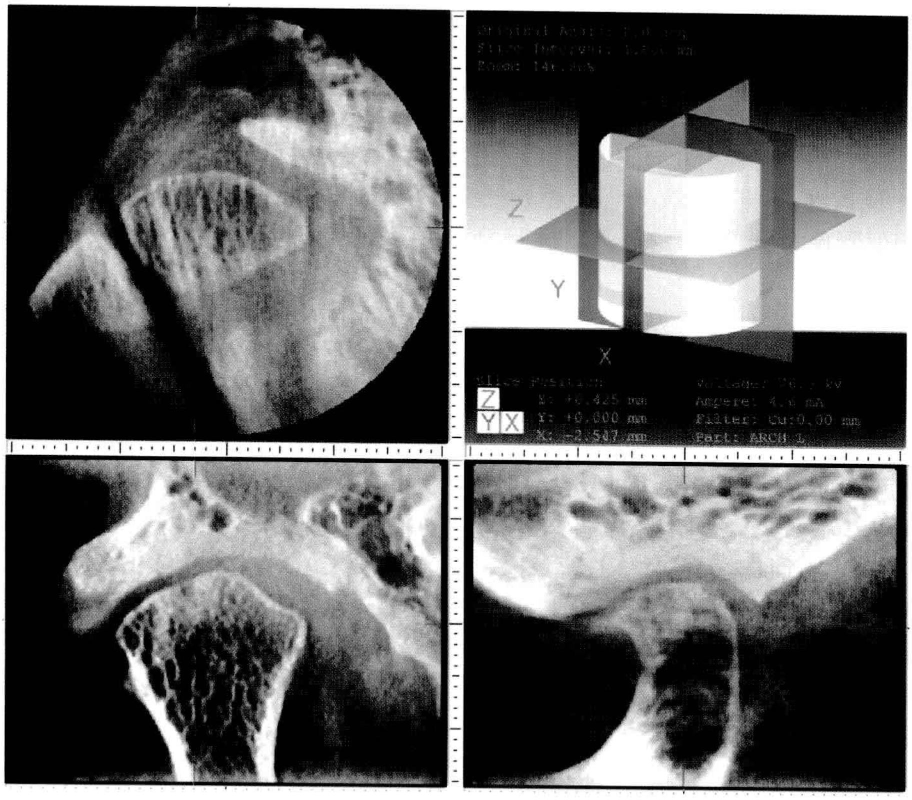


图 7-30　小视野 CBCT 多平面重组处理界面

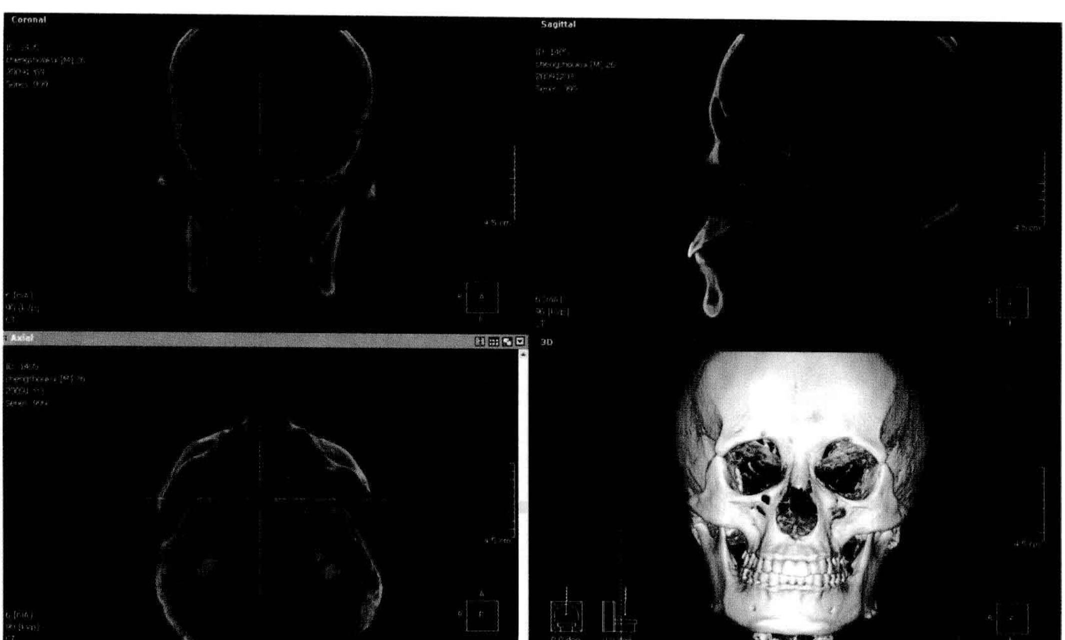


图 7-31　大视野 CBCT 多平面重组处理界面

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

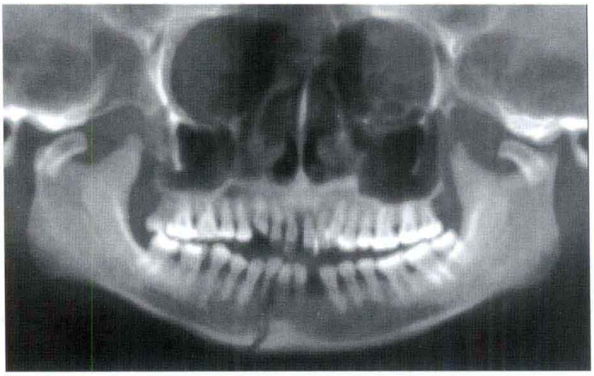


图 7-32　多层螺旋 CT 曲面重组图像

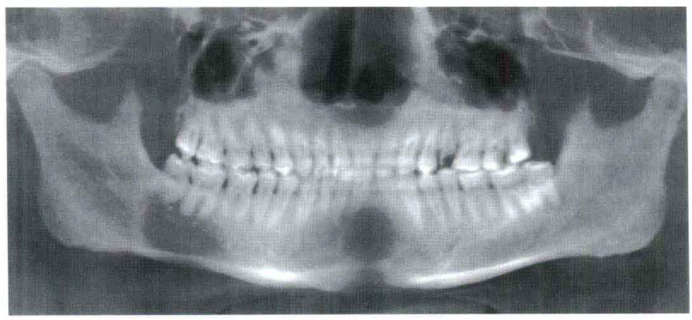


图 7-33　锥形束 CT 曲面重组图像

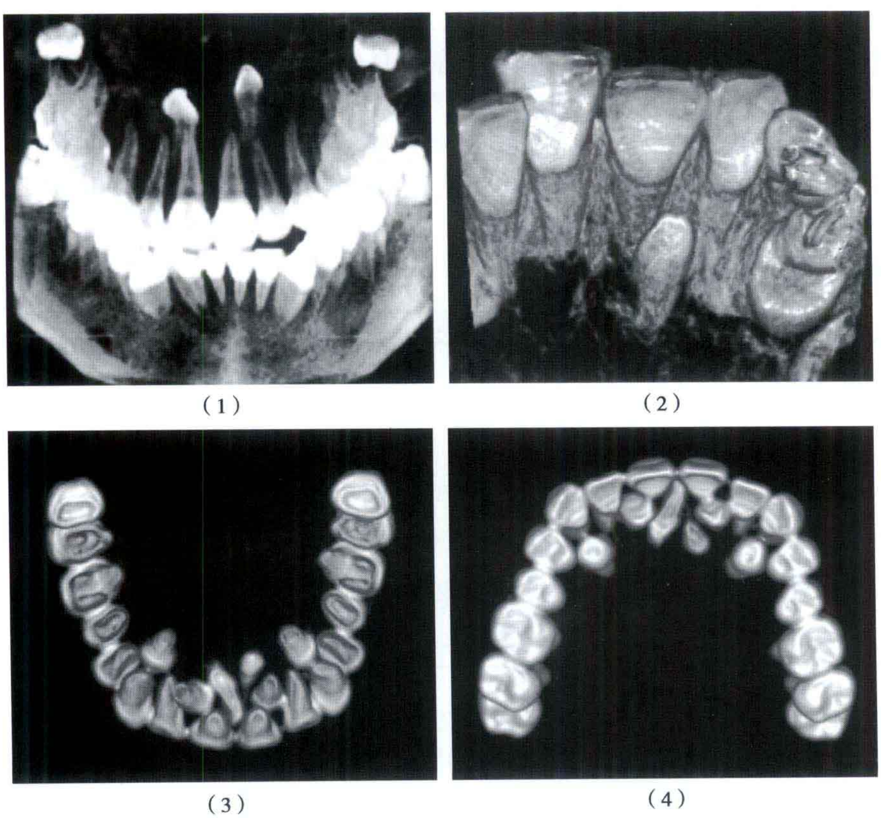


图 7-34　CBCT 与螺旋 CT 多生牙容积再现图像

备之间实现信息共享,实现了医学影像的数字化、网络化、信息化,进而全面解决医学影像获取、显示、处理、存储、传输和管理,这一系统称为 PACS(picture archiving and communication system)。

CT、磁共振或其他数字化影像设备产生的图像均可以 DICOM 格式通过 PACS 系统实现放射科内、医院内及医院间共享。同时也可以以光盘作为媒介进行存储或传输,以实现在个人 PC 机中进行图像浏览。

锥形束 CT 中图像亦可存储为 DICOM 格式,因此,锥形束 CT 扫描获得的原始图像资料可通过多种方式进行传输,并于第三方软件中进行图像后处理。

(七) 口腔颌面部检查适应证的比较

CBCT 由于其具有低辐射剂量、高空间分辨率的优点,在口腔颌面部的应用越来越广泛。CBCT 不仅具有螺旋 CT 三维观察的功能,而且其在显示骨骼、牙齿等硬组织结构方面图像质量优于螺旋 CT,很好地补充了螺旋 CT 的不足。CBCT 在密度分辨率方面的不足成为限制其应用的重要因素,而螺旋 CT 则弥补了 CBCT 这方面的缺陷。然而,软组织信息并不是在所有疾病的诊断中都是必须的。因此,在临床实践中,医生可根据所检查范围的大小、对于图像分辨率的要求、以及是否需要软组织信息等情况选择检查方法。

CBCT 应用于口腔颌面部影像诊断中的优势与缺陷可总结如下:优势:①三维观察,包括轴位、冠状位及矢状位观察;②图像反映结构的真实大小;③可于立位或坐位进行扫描;④体素各向同性;⑤二维图像观察,包括重组曲面全景片、头颅正侧位片等;⑥空间分辨率高,可用于观察骨小梁结构、根管结构、牙周膜等;⑦辐射剂量较低;⑧金属伪影干扰相对较小;⑨设备相对简易,操作简单;⑩适用于 DICOM 格式存储、传输,并可供第三方软件后处理。缺陷①密度分辨率低,提供较少的软组织信息;②照射野受限,不同品牌与型号的机器照射野不同;③散射线造成图像噪音较大,信噪比低;④投射时间长,运动伪影影响较大;⑤照射野边缘伪影;⑥不能应用 CT 值评价组织密度。

CBCT 与多层螺旋 CT 适应证比较见表 7-3。

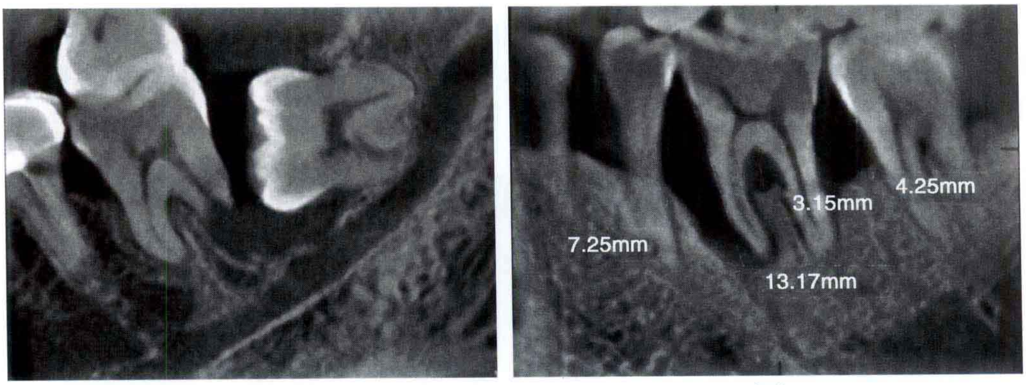
表 7-3　CBCT 与多层螺旋 CT 适应证比较

CBCT	多层螺旋 CT
牙体疾病	软组织疾病
牙周疾病	颌骨肿瘤、瘤样病变
正畸二维及三维测量	颌面部炎症
颌骨与颞下颌关节骨病变	颌面部创伤、骨折
牙种植	颌面部发育异常性疾病

1. 锥形束 CT 的适应证　CBCT 在牙体牙周疾病(图 7-35)、口腔种植(图 7-36)、颞下颌关节病及正畸治疗等检查中的应用在此不再赘述。限制 CBCT 在口腔颌面部应用的主要因素有照射野及密度分辨率等。锥形束 CT 扫描野的增大,已经可以在一次扫描中获得全部

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

颅颌面骨骼结构数据，进一步扩大了锥形束 CT 在口腔颌面部的适应证。但是，在颌骨疾病的诊断中，应避免照射野过小或密度分辨率差而造成的漏诊和误诊，需慎重选择适应证。同时，部分疾病仅于骨窗中观察亦易于造成误诊。因此，医生在选择检查方法时，需慎重考虑软组织信息在疾病诊断中的价值。



(1)　　(2)

图 7-35　CBCT 应用于牙体牙周疾病的诊断

图(1) 示下颌阻生智齿导致相邻第二磨牙远中根外吸收；图(2) 示下颌第一磨牙牙周骨组织的吸收破坏

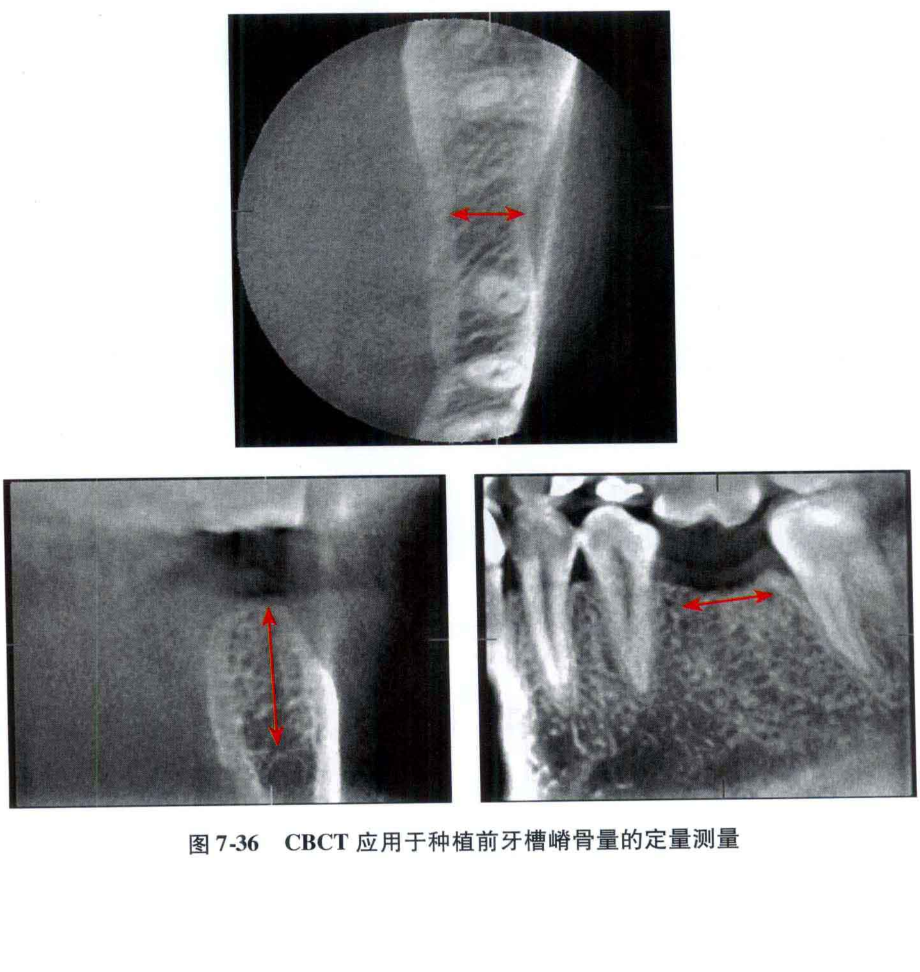


图 7-36　CBCT 应用于种植前牙槽嵴骨量的定量测量

2. 多层螺旋 CT 的适应证　多层螺旋 CT 较之 CBCT 突出的优点为密度分辨率较高，扫描野可调，可行血管增强扫描等。因此，在口腔颌面部肿瘤、创伤、炎症、发育异常等疾病的诊断中推荐选择螺旋 CT 检查。简而言之，在选择检查适应证时，需根据病变可能累及的范围、诊断对软组织信息的要求及 CBCT 机性能参数等因素综合考虑。

颌骨肿瘤性疾病变的影像学评价，除观察囊肿的病变范围、骨质破坏情况外，还需观察颌骨周围软组织是否受累（图 7-37）。颌骨及颞下颌关节各种良恶性肿瘤性疾病常并不单纯局限于颌骨、关节范围之内，易超出颌骨、关节范围生长，累及软组织或者出现多处骨质受累。



图 7-37　密度分辨率在颌骨疾病诊断中的价值

图示为一例左上中切牙根端肉芽肿病例。图(1) 为螺旋 CT 轴位软组织窗图像，可见左上前牙唇侧软组织影像。图(2,3) 分别为同一患者轴位及矢状位骨组织窗图像，仅可见左上中切牙唇侧骨皮质凹陷，牙根暴露。图(4) 为同一患者 CBCT 矢状位图像，病变观察不佳

牙源性角化囊性瘤、骨纤维异常增殖症、骨异常增生等颌骨疾病常常表现为多发病变。因此，使用小视野 CBCT 进行诊断时，需注意避免漏诊。成釉细胞瘤常伴有密质骨的破坏和

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

软组织受累。复发性成釉细胞瘤等良性肿瘤亦可发生于软组织结构内，因此，推荐使用螺旋 CT 检查。

颌骨骨髓炎常常伴有软组织间隙感染，因此为螺旋 CT 适应证。螺旋 CT 中观察组织间隙密度的变化、颌面部肌肉肿胀情况、有无液化、气腔或脓肿形成等情况有助于判断炎症的范围以及病变的发展阶段。

颅颌面部复杂骨折常常伴有颅脑损伤、软组织挫伤、出血积液、脑脊液漏等情况，因此为螺旋 CT 适应证（图 7-38）。

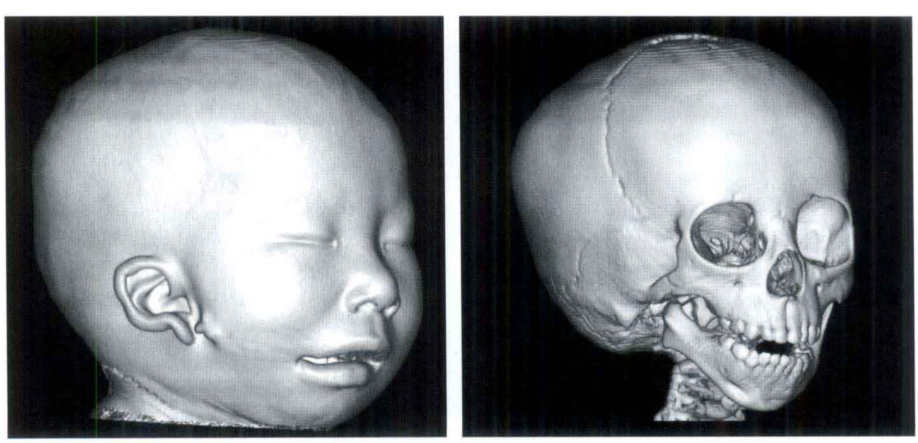


（1）　　（2）

图 7-38　上颌骨骨折伴上颌窦积血

颅颌面部骨骼发育异常经常伴有涎腺、肌肉等软组织发育异常。例如，第一二鳃弓综合征（图 7-39），除临床易于检查发现的外耳畸形、下颌发育不足、面部偏斜等表现外，还常伴发有腮腺和咬肌的缺如或发育不足畸形、外耳道畸形等。

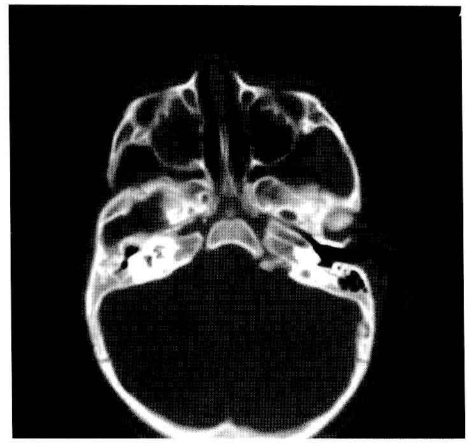
总之，对于 CBCT 和多层螺旋 CT 适应证的选择要根据具体临床情况和 CT 机型特点进行具体分析，综合考虑，不能简单的一概而论。



（1）　　（2）



（3）



（4）

图7-39 第一二鳃裂综合征

图(1) 为患者体表的容积再现图像,可见外耳耳廓畸形、面横裂畸形;图(2) 为同一患者颅颌面骨骼结构的容积再现图像,可见右侧下颌骨、颧骨、颞骨发育畸形以及右侧外耳道骨性闭锁;图(3) 为同一患者软组织窗轴位图像,可见右侧升支发育畸形,并可见同侧腮腺及咬肌的缺如畸形;图(4) 为同一患者骨窗轴位图像,可见右侧外耳道骨性闭锁

（孙志鹏）

参考文献

1. White SC,Pharoah MJ. Oral Radiology:Principles and Interpretation. 6th ed. St Louis:MosbyInc,2009.
2. 李松年,唐光健. 现代全身CT诊断学. 第2版. 北京:中国医药科技出版社,2007.
3. Jiang Hsieh. 计算机断层成像技术. 张朝宗、郭志平、王贤刚、叶青译. 北京:科学出版社,2006.
4. 金征宇. 多层螺旋CT影像诊断学. 北京:科学技术文献出版社,2009.
5. 戴汝平,高建华. 冠状动脉多排螺旋CT成像. 北京:科学出版社,2007.
6. William C. Scarfe, Allan G. Farman, Predag Sukovic. Clinical application of cone-beam computed tomography in dental practice. J Can Dent Assoc, 2006. 72(1):75-80.
7. W. De Vos, J. Casselman, G. R. Swennen. Cone-beam computerized tomography(CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: A systematic review of the literature. Int J Oral Maxillofac Surg,2009, 38:609-625.

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

附录 I

美国口腔颌面放射学会关于锥形束 CT 临床应用与诊断的执行意见陈述

美国口腔颌面放射学会(The American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology, AAOMR)是代表美国口腔颌面放射学医师的专业学术组织机构。该学会为非盈利性专业学术协会,其宗旨在于推进口腔放射学发展、提高诊疗水平、促进放射诊疗服务的普及,并进行对口腔颌面放射学医师、牙医以及口腔颌面影像相关从业人员的继续教育工作。

AAOMR 认为锥形束 CT(cone beam computed tomography, CBCT)是口腔颌面影像技术中的重大进步。

AAOMR 目前正在准备一篇有关适当应用 CBCT 的指导性文章,为其临床应用提供循证医学指南。在此过渡期间,AAOMR 执行委员会认为有必要就 CBCT 临床应用原则问题提供一个意见陈述文件。

建议:AAOMR 执行委员会认为,进行影像学检查应该充分考虑患者的影像学方法的选择、剂量最优化原则、技术水平、诊断和治疗的需要等因素。以下建议可为医生正确使用 CBCT 提供参考,并不能成为临床应用中严格的规则,亦不能作为相关的法律标准。

1. CBCT 使用　CBCT 是利用电离辐射成像的,因此,操作者必须为注册医师、或者有注册医师指导的具备放射工作要求证明的技术人员。CBCT 检查应仅用于临床诊断或治疗的需要,并应利用最低的曝光剂量获得满足临床诊断需要的图像。

2. 医师的责任　进行 CBCT 操作或者负责指导的医师必须持有有效的执照。牙医如果进行 CBCT 操作,需依口腔颌面放射专科医师标准执行,犹如牙医进行口腔颌面部手术时需依照口腔颌面外科专科医师标准执行。医师有责任通过图像来进行诊断。犹如活体组织检查必须出具病理诊断报告一样,CBCT 检查必须出具影像诊断报告。

进行 CBCT 操作或者申请进行 CBCT 检查的医师,必须对于 CBCT 的适应证有充分的认识,同时还必须熟悉 CBCT 工作的基本原理以及其局限性。医师还需要了解其他影像学检查,能够把多种影像学检查的结果与 CBCT 影像综合分析。同时,医师还必须对于 CBCT 检查的参数设置有充分的认识,并且熟悉这些参数对于影像质量和辐射剂量的影响。

对于 CBCT 医师进行专业的培训是有必要的。进行 CBCT 操作或者申请进行 CBCT 检查的医师需要对于所有的影像进行分析。医师必须对于扫描范围内结构的解剖特点,解剖变异以及异常表现有详细的了解,必须对于所有的图像资料进行系统的分析。扫描野可因不同的 CBCT 机器、体位以及准直宽度而有所区别。扫描范围可以包括颅内结构、颅底、鼻旁窦、颈椎、颈部以及气道。经过认证的口腔颌面放射专科医师可以帮助申请检查医师对所

扫描范围内的解剖结构，作出全面的诊断。

对于特定的 CBCT 申请检查目的（例如，牙种植治疗设计）之外的影像发现，也应该给予诊断。

CBCT 操作者必须是合法准入的工作人员，经注册牙科医师申请后进行检查。CBCT 操作者既可以受雇于某牙科诊所，也可以从业于某一具有资质的独立机构。CBCT 操作者必须对 CBCT 扫描参数以及其对于图像质量和辐射安全的影响有充分的了解。操作者应负责为患者 CBCT 检查体位定位，使其保持舒适，在检查过程中监控患者，并按照申请医师的要求获得影像资料。操作者还需负责进行定期校准和常规的质量控制检测。

在开展 CBCT 检查之前，从业者必须确认操作技术人员进行 CBCT 检查的合法性。由于 CBCT 在某些地区被认为是一种医学检查设备，因此，有资质的牙科放射学技术人员可能并不具备操作 CBCT 的资质。

3. 资料存储　CBCT 检查相关病例资料需要妥善保存。在进行 CBCT 检查时需要提供患者的一般情况、临床表现以及病史等情况，以有助于影像诊断。

在进行 CBCT 检查之前应该由患者签署知情同意书，以确保患者进行检查的正当性，亦有助于患者理解检查的必要性。

为了能够方便地检索和复习影像资料，所有影像数据的存储应符合相关法律和地区规定，同时也应符合国际标准化组织（International Standards Organization, ISO）中所引用的医学数字成像和通信标准（Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM）。输出的图像资料和影像诊断报告应该以档案形式妥善保存。

4. 辐射安全和质量保证　开展 CBCT 检查应有专门的制度和程序以保证剂量最优化，包括但不限于根据患者体型、检查兴趣区大小以及使用个人防护设施，如铅围裙、铅围脖等所确定的检查曝光规程。操作规程需符合所有的相关规定。

质量控制程序的目的是尽量减少对患者、工作人员以及公众的电离辐射危害，同时保证获得足够的诊断信息。从业医师应负责制定相关方案。质量控制程序应包括校准检测记录、设备运行情况记录、剂量检测结果以及清晰的对不同患者、不同检查目的曝光参数表。

AAOMR 执行委员会鼓励在牙科领域内开展 CBCT 检查以促进医疗保健水平的提高。

本声明由 William C. Scarfe 医生主要负责编辑和协调，其内容代表了 AAOMR 执行委员会的一致意见。

Laurie Carter, DDS, MA, PhD
Allan G. Farman, BDS, PhD, EdS, MBA, DSc, DDS, MS
James Geist, DDS
William C. Scarfe, DDS
Christos Angelopoulos, DDS
Madhu K. Nair, BDS, DMD, MS, Lic. Odont., PhD
Charles F. Hildebolt, DDS, PhD
Donald Tyndall, DDS, MSPH, PhD
Michael Shrout, DMD, FAGD
美国口腔颌面放射学会　执行委员会
P. O. Box 1010

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

Evans,GA 30809-1010

（孙志鹏 译 张祖燕 马绪臣 审校）

（本文译自：Laurie Carter, Allan G. Farman, James Geist, William C. Scarfe, Christos Angelopoulos, Madhu K. Nair, Charles F. Hildebolt, Donald Tyndall, Michael Shrout: American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology executive opinion statement on performing and interpreting diagnostic cone beam computed tomography. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 2008, 106: 561-562）

附录Ⅱ 欧洲口腔颌面放射学会关于锥形束 CT 使用的基本原则

锥形束 CT(cone beam computed tomography,CBCT)在口腔颌面部影像诊断中已得到越来越广泛的应用,这一技术提高了影像诊断的准确性,辐射剂量较传统医用 CT 大大降低。但是,与常规口腔颌面放射检查相比,CBCT 的辐射剂量仍相对较高。近年来,口腔颌面锥形束 CT 检查设备日益普及,在其快速发展过程中,相关专业知识的教育和培训不足,所造成的 CBCT 滥用和不规范的使用将给患者、口腔颌面放射学专业人员和社会公众带来危害。近几年,口腔颌面锥形束 CT 应用的文献报告明显增多,但在全世界范围内,基于循证医学原则的 CBCT 检查应用指南还非常少。2008 年,美国口腔颌面放射学会(American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology,AAOMFR)发表了关于 CBCT 检查及诊断的指导性意见。同年欧盟批准了一个关于 CBCT 安全性及有效性的研究计划 SEDENTEXCT。2009 年欧洲口腔颌面放射学会(European Academy of Dental and Maxillofacial Radiology, EADMFR)提出了如下关于 CBCT 使用的基本原则。

1. CBCT 检查必须在病史采集和临床检查之后进行。
2. CBCT 检查前必须确认 CBCT 检查的诊断收益超过风险。
3. CBCT 检查应可提供新的影像信息,并有助于患者的诊治。
4. 在没有进行新的收益-风险评价时,CBCT 不应作为"常规"检查重复进行。
5. 临床医师申请 CBCT 检查时,必须提供充分的临床信息(病史询问及临床检查结果),以便 CBCT 检查医师可确定进行正确检查。
6. 只有在低辐射剂量的常规(传统)放射学检查不足以解决相应问题时,才可进行 CBCT 检查。
7. 应对 CBCT 检查全部图像进行全面的临床评价("放射学报告")。
8. 如果患者的放射学检查目的是要进行软组织观察,适宜的影像学检查方法应当是传统医用 CT 或 MR,而不是 CBCT。
9. CBCT 检查设备应提供不同大小的视野选择,如果小视野检查能够降低辐射剂量的话,CBCT 检查应使用能够解决临床问题的最小视野。
10. 如果 CBCT 能够提供不同的分辨率选择,应选用能充分满足诊断需要,而且辐射剂量最小的分辨率模式。
11. 各种 CBCT 设备应具有质量保证程序,包括设备、技术及质量控制程序。
12. 每次检查都必须使用定位辅助装置(定位灯)。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

13. 新安装的CBCT设备在使用前应进行认真检查和仔细的验收测试,保证对操作人员、社会公众和患者的辐射防护最优化。

14. 对CBCT设备应当定期进行测试,保证操作人员和患者的辐射安全。

15. CBCT操作者的放射防护应遵守欧盟"放射防护136"文件中第6部分"欧洲牙科放射学放射防护指南"的相关规定。

16. 所有与CBCT检查相关的人员都必须接受足够的关于放射学检查及辐射防护的理论及操作培训。

17. 获得相关上岗资格后,仍需参加继续教育及培训学习,特别是在新的CBCT设备或技术引入时。

18. 负责使用CBCT检查的牙科医师,如果以前没有接受过相关的理论及操作培训,应当追加相关理论学习及操作培训,所学习的课程应当经过学术机构(大学或相应机构)审核。如果有国家级口腔颌面放射学专科医师认证制度,培训课程设计及讲授应包括口腔颌面放射学专科医师。

19. 对于牙科CBCT影像涉及牙及其支持组织、下颌骨、鼻底以下上颌骨(8cm×8cm以下视野),放射诊断报告应当由有专门培训资格的口腔颌面放射学医师出具,如果没有这样的口腔颌面放射学医师,可由经过必要培训的牙科医师出具。

20. 对于非牙科小视野CBCT图像(如颞骨)及所有颅面部CBCT图像(视野超过牙及其支持组织;下颌骨、包括颞下颌关节;上颌骨影像超过鼻底以上),放射诊断报告应由经过专门培训的口腔颌面影像学医师或临床放射学(医学放射学)医师出具。

对于基本原则中所提出的理论及操作培训,欧洲的CBCT指南制定小组起草了核心课程内容,作为使用指南的附录,内容如下:

1. 对于提出CBCT检查申请及使用CBCT图像的临床口腔医师的培训课程

理论学习

CBCT设备相关放射物理学

CBCT的辐射剂量及风险

CBCT相关辐射防护,包括检查正当性(申请及选择标准)和剂量优化

CBCT检查设备及设施

放射学诊断

牙及其支持组织、下颌骨、上颌骨鼻底以下(8cm×8cm以下视野)牙科CT的影像诊断原则及应用

CBCT的正常影像解剖

与牙及颌骨有关疾病的CBCT影像诊断

CBCT影像的伪影

2. 对于使用CBCT设备的口腔医师的培训课程

理论课程

CBCT设备相关放射物理学

CBCT的辐射剂量及风险

CBCT相关辐射防护,包括检查正当性(申请及选择标准)、剂量优化和操作人员的防护

CBCT检查设备及设施

CBCT 图像获取及图像处理

操作指导

CBCT 成像原理

CBCT 设备

CBCT 成像技术

CBCT 的质量保证

进行 CBCT 检查患者的护理

放射学诊断

牙及其支持组织、下颌骨、上颌骨鼻底以下(8cm × 8cm 以下视野)牙科 CT 的影像诊断原则及应用

CBCT 的正常影像解剖

与牙及颌骨有关疾病的 CBCT 放射学诊断

CBCT 影像的伪影

(张祖燕　马绪臣)

(“欧洲口腔颌面放射学会关于锥形束 CT 使用的基本原则”摘译自:K Horner, M Islam, L Flygare, K Tsiklakis, and E Whaites: Basic principles for use of dental cone beam computed tomography: consensus guidelines of the European Academy of Dental and Maxillofacial Radiology, Dentomaxillofacial Radiology, 2009, 38: 187-195)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注